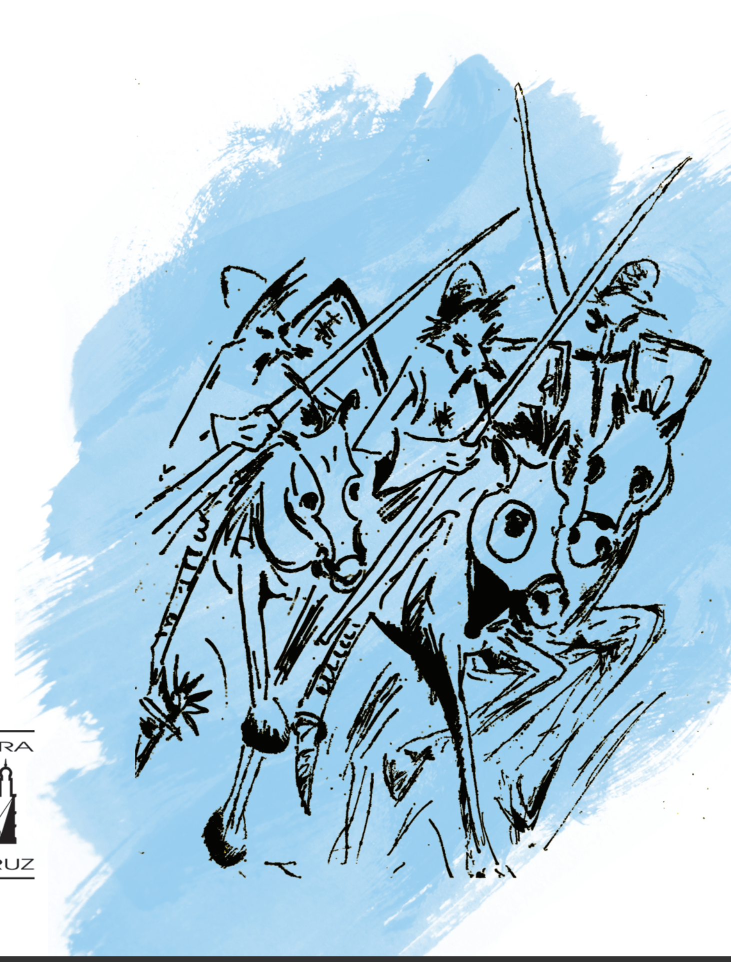
Fundamentos da Paleoparasitologia

Luiz Fernando Ferreira
Karl Jan Reinhard
Adauto Araújo
organizadores



EDITORA FIOCRUZ

Fundamentos da Paleoparasitologia

Luiz Fernando Ferreira
Karl Jan Reinhard
Adauto Araújo
(orgs.)

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

FERREIRA, L. F., REINHARD, K. J., and ARAÚJO, A., eds. *Fundamentos da Paleoparasitologia* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2011. 455 p. ISBN: 978-65-5708-299-7. https://doi.org/10.7476/9786557082997.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribição 4.0.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimento 4.0.

Fundamentos da Paleoparasitologia

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
Presidente
Nísia Trindade Lima

Vice-Presidente de Educação, Informação e Comunicação
Manoel Barral Netto

EDITORA FIOCRUZ (Gestão 2017-2020)
Diretor
Manoel Barral Netto

Editor Executivo
João Carlos Canossa Mendes

Editores Científicos
Carlos Machado de Freitas
Gilberto Hochman

Conselho Editorial
Denise Valle
José Roberto Lapa e Silva
Kenneth Rochel de Camargo Jr.
Ligia Maria Vieira da Silva
Marcos Cueto
Maria Cecília de Souza Minayo
Marilia Santini de Oliveira
Moisés Goldbaum
Rafael Linden
Ricardo Ventura Santos

Luiz Fernando Ferreira
Karl Jan Reinhard
Adauto Araújo
organizadores

Fundamentos da Paleoparasitologia

1ª reimpressão

EDITORA FIOCRUZ

Copyright © 2011 dos autores
Todos os direitos desta edição reservados à Fundação Oswaldo Cruz / Editora

1ª edição: 2011

1ª reimpressão: 2018

Capa
Eduardo Pucu de Araujo

Projeto gráfico, arte final da capa e tratamento de imagens
Adriana Carvalho Peixoto da Costa e *Carlos Fernando Reis da Costa*

Revisão
Fernanda Veneu Lumb e *Irene Ernest Dias*

Normalização de referências
Clarissa Bravo

Catalogação na fonte
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica
Biblioteca de Saúde Pública

F383 Ferreira, Luiz Fernando (Org.)
Fundamentos da Paleoparasitologia. / organizado por Luiz Fernando Ferreira, Karl Jan Reinhard e Adauto Araújo. – Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, 2011.
484 p., il., tab., graf.
ISBN: 978-85-7541-205-3

1. Paleopatologia. 2. Parasitologia. 3. Epidemiologia. 4. Doença de Chagas. 5. Artrópodes. 6. Ácaros. 7. Bactérias. 8. Vírus. I. Reinhard, Karl Jan (Org.). II. Araújo, Adauto (Org.). III. Título.

CDD –616.96

2018
EDITORA FIOCRUZ
Av. Brasil, 4036 – 1º andar – sala 112 – Manguinhos
21040-361 – Rio de Janeiro – RJ
Tels.: (21) 3882-9039 e 3882-9041
Telefax: (21) 3882-9006
http://www.fiocruz.br/editora
e-mail: editora@fiocruz.br

Para José Rodrigues da Silva, mestre inesquecível,
Adolpho Lutz, Lobato Paraense e José Rodrigues Coura.
Porque é bom envelhecer em Manguinhos

As doenças infecciosas compõem-se de três variáveis,
o hospedeiro, o patógeno e o ambiente. É um fluxo constante,
capaz de mudar a cada passo por qualquer variação em um de
seus componentes. Novas doenças aparecem, as antigas se
alteram, e algumas desaparecem completamente.

Aidan Cockburn

Autores

Adauto José Gonçalves de Araújo (organizador)

Médico, doutor em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz), onde atua como pesquisador titular.

Alena Mayo Iñiguez

Bióloga, doutora em biologia parasitária pelo Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), onde trabalha como pesquisadora adjunta.

Ana Maria Jansen

Veterinária, doutora em ciências (microbiologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora titular do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

Carlos Maurício de Andrade

Farmacêutico, doutor em biologia parasitária pela Fundação Oswaldo Cruz. Pesquisador titular do Instituto de Tecnologia em Fármacos (Farmanguinhos/Fiocruz).

Daniela Leles de Sousa

Bióloga, doutora em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Bolsista de pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (Faperj).

Diana Maul de Carvalho

Médica, doutora em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Professora associada I do Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Ernesto Hofer

Veterinário, livre-docente pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisador titular do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

Francisco Inácio Bastos

Médico, doutor em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Pesquisador titular do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict/Fiocruz).

Françoise Bouchet

Farmacêutica, doutora em ciências farmacêuticas pela Universidade de Paris. *Professeur d'université en parasitologie*, membro da Académie Nationale de Pharmacie, do Comité des Travaux Historiques et Scientifiques au Ministère de l'Éducation Nationale e do Laboratoire de Parasitologie Environnementale et Paléoparasitologie, UFR de Pharmacie, Université de Reims Champagne-Ardenne (França).

Gino Chaves da Rocha

Veterinário, doutor em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Professor visitante de parasitologia veterinária na Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Brasília (FAV/UnB), onde é chefe do Laboratório de Parasitologia Veterinária e Doenças Parasitárias.

Hermann G. Schatzmayr (*in memoriam*)

Veterinário, livre-docente pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisador titular do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). (Rio de Janeiro, 11 maio 1936 – Rio de Janeiro, 21 jun. 2010)

José Dilermando Andrade Filho

Biólogo, doutor em biologia parasitária pelo Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Tecnologista sênior do Centro de Pesquisas René Rachou (CPqRR/Fiocruz).

Joseli Maria da Rocha Nogueira

Bióloga, doutora pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz), onde atua como tecnologista sênior.

Karl Jan Reinhard (organizador)

Arqueólogo e biólogo, doutor em ciências (Ph.D.) pela Universidade do Texas A & M, *senior professor*, School of Natural Resources, Universidade de Nebraska, Lincoln, Estados Unidos.

Katharina Dittmar de la Cruz

Veterinária, doutora (Ph.D.) em parasitologia e ecologia pela Universidade de Leipzig (Alemanha). Professora do Department of Biological Sciences, State University of New York, Buffalo (Estados Unidos).

Léa Ferreira Camillo-Coura

Médica, livre-docente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora titular do Instituto de Pesquisa Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz (Ipec/Fiocruz) e pesquisadora emérita da UFRJ.

Lídia Susana Burry

Bióloga, doutora em ciências naturais pela Universidade Nacional de Mar del Plata (Argentina), onde atua como professora da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais.

Luciana Sianto

Bióloga, doutora pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido e pesquisadora visitante, por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fiocruz.

Luiz Fernando Rocha Ferreira da Silva (organizador)

Médico, doutor em medicina pela Universidade do Brasil, pesquisador emérito da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Marcelo Luiz Carvalho Gonçalves

Médico, doutor em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz), professor adjunto da Universidade de Fortaleza (Unifor).

Marcia Chame

Bióloga, doutora em ciências biológicas (zoologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora titular da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz).

Martín Horácio Fugassa

Biólogo, doutor em ciências pela Universidade Nacional de Mar del Plata (Argentina), onde atua como professor.

Matilde Elena Trivi

Bióloga, professora titular da Universidade Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Matthieu Le Bailly

Biólogo, doutor em ciências biológicas e farmacêuticas pela Université de Reims Champagne-Ardenne (Urca). *Maître de conférences*/CNRS na Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté (UFC), França.

Nicolau Maués da Serra-Freire

Veterinário, doutor em medicina veterinária/parasitologia veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Pesquisador titular do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

Paulo Roberto de Figueiredo Souto

Biólogo, doutor em geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), professor docente do Estado do Rio de Janeiro.

Reginaldo Peçanha Brazil

Farmacêutico, doutor em parasitologia pela Universidade de Liverpool (Inglaterra). Pesquisador titular do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

Ricardo Anibal Guichón

Antropólogo, doutor em antropologia física pela Universidade de Buenos Aires (Argentina). Pesquisador adjunto do Laboratório de Ecologia Evolutiva Humana, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Scott Lyell Gardner

Biólogo, doutor em parasitologia pela Universidade do Novo México (Estados Unidos). Professor e curador da University of Nebraska e do State Museum University of Nebraska-Lincoln, também nos Estados Unidos.

Sérgio Augusto Miranda Chaves

Biólogo, doutor em geologia do Quaternário e Paleontologia Humana pelo Museum National d'Histoire Naturelle (França). Pesquisador titular da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz).

Sheila Maria Ferraz Mendonça de Souza

Médica, doutora em saúde pública pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz), onde atua como pesquisadora titular.

Sumário

Prefácio .. 17

Apresentação .. 21

Parte I – Os Parasitos, Hospedeiros Humanos e o Ambiente

1. Introdução à Paleoparasitologia .. 27
Luiz Fernando Ferreira

2. A Conservação de Material Orgânico através dos Tempos .. 43
Luiz Fernando Ferreira

3. A Paleopatologia no Brasil: crânios, parasitos e doenças do passado .. 53
Sheila Mendonça de Souza

4. Dispersão de *Homo sapiens* e Povoamento dos Continentes .. 69
Sheila Mendonça de Souza

5. As Ocupações Humanas na Patagônia: algumas considerações .. 93
Ricardo A. Guichón, Matilde Elena Trivi e Lídia Susana Burry

6. Parasitismo .. 111
Adauto Araújo e Luiz Fernando Ferreira

7. Origem dos Parasitos Humanos .. 121
Luiz Fernando Ferreira, Karl Jan Reinhard e Adauto Araújo

8. Parasitos como Marcadores de Migrações Pré-históricas .. 141
Adauto Araújo, Karl Jan Reinhard, Scott L. Gardner e Luiz Fernando Ferreira

Parte II – Vestígios de Parasitos Preservados em Diversos Materiais, Técnicas de Microscopia e Diagnóstico Molecular

9. Estudo de Microinclusões em Coprólitos 153
Paulo Roberto de Figueiredo Souto

10. Artrópodes e Parasitos Encontrados em Âmbar 161
Reginaldo Peçanha Brazil e José Dilermando Andrade Filho

11. Ácaros e Paleoparasitologia 171
Gino Chaves da Rocha e Nicolau Maués da Serra-Freire

12. Bactérias e Paleoparasitologia 189
Joseli Maria da Rocha Nogueira e Ernesto Hofer

13. Vírus e Paleoparasitologia 201
Hermann G. Schatzmayr

14.Grãos de Pólen, Paisagens e Paleoambientes 207
Sérgio Augusto de Miranda Chaves

15. Diagnóstico Paleoparasitológico 227
Martín H. Fugassa

16. Diagnóstico de Coprólitos, ou Quem Fez o Coprólito? 263
Marcia Chame e Luciana Sianto

17. Paleossorologia 283
Carlos Maurício de Andrade

18. Paleoparasitologia e DNA Antigo 287
Katharina Dittmar

19. Paleoparasitologia Molecular 301
Alena Mayo Iñiguez

Parte III – O Encontro de Parasitos em Material Antigo: uma visão paleogeográfica

20. Os Achados na América do Sul 319
Luiz Fernando Ferreira, Léa Camillo-Coura, Martín H. Fugassa, Marcelo Luiz Carvalho Gonçalves, Luciana Sianto e Adauto Araújo

21. Os Achados na América do Norte 353
Karl Jan Reinhard

22. Os Achados na Europa 377
Françoise Bouchet e Matthieu Le Bailly

23. Os Achados na Ásia 405
Adauto Araújo e Luiz Fernando Ferreira

24. Os Achados na Oceania 413
Luiz Fernando Ferreira e Adauto Araújo

25. Os Achados na África 419
Adauto Araújo e Luiz Fernando Ferreira

Parte IV – Estudos Especiais e Perspectivas

26. Paleoepidemiologia da Doença de Chagas 437
Adauto Araújo, Ana Maria Jansen, Karl Jan Reinhard e Luiz Fernando Ferreira

27. Documentos Históricos e Doenças 455
Diana Maul de Carvalho

28. Do Método em Paleoepidemiologia e as Perspectivas da Paleoparasitologia 473
Francisco Inácio Bastos, Daniela Leles e Adauto Araújo

Prefácio

Prologar este libro *Fundamentos da Paleoparasitología*, organizado por Luiz Fernando Ferreira, Karl Reinhard y Adauto Araújo, constituye para mí, a la vez, un honor y un placer. Un honor porque tan prestigiosos especialistas, de reconocida categoría internacional, se hayan fijado en el que suscribe para realizar esa labor. Un placer porque son amigos, muy buenos amigos, y el compartir algo tan hermoso como este libro con los amigos es siempre algo muy reconfortante.

Los inicios históricos de la Paleopatología se remontan a hace unos siglos, pero solo podemos hablar de una Paleopatología 'sistemática' a partir de las primeras décadas del siglo pasado con los estudios de Marc Armand Ruffer en Egipto que aportaron datos importantísimos sobre las enfermedades de las momias egipcias e introdujo la técnica de rehidratación sobre tejido momificado que, con algunas variaciones, se ha venido utilizando hasta hoy. Desde entonces han sido decenas de miles los trabajos publicados en todo el mundo sobre la enfermedad en el pasado, centenares los libros y monografías editadas sobre el tema en general o aspectos más concretos del mismo. En efecto, si revisamos, siquiera someramente, la historia más reciente de la Paleopatología – disciplina donde hay que englobar necesariamente a la Paleoparasitología – nos damos cuenta de la ingente cantidad de libros publicados en las últimas tres décadas sobre diferentes aspectos de la materia: Paleopatología general, Paleopatología ósea, estudios sobre momias y cuerpos conservados por otros procesos, aplicaciones de la genética molecular al análisis de poblaciones antiguas, paleoimagen, aplicaciones de la Paleopatología a la Ciencia Forense, paleohistología, etc., son solo algunos ejemplos del interés que despierta el impacto de las distintas enfermedades en las poblaciones del pasado y su estudio en investigadores de muy diversos ámbitos geográficos. Sin embargo, se echaba en falta la existencia de una monografía dedicada exclusivamente a uno de los temas más importantes de la disciplina a la hora de enfocar estudios que engloben la demografía, los hábitos poblacionales, la ecología y la salud: la Paleoparasitología.

La Paleoparasitología no había tenido un tratamiento especial hasta ya muy avanzado el siglo XX, aunque, sin duda, ya mucho antes se habían dado los pasos necesarios para hacer realidad lo que esa disciplina es hoy en día. El primero de esos pasos fue algo común a todos los campos sobre el estudio del hombre en épocas pasadas: el nacimiento de la Arqueología moderna, del método arqueológico, por Jacques Boucher de Perthes a mediados del siglo XIX.

Sin la Arqueología poco podríamos hacer y decir los que nos dedicamos al estudio de la salud y enfermedad en épocas pasadas porque es ella la que nos proporciona el material necesario en nuestras investigaciones rutinarias.

Al margen del nacimiento de la Arqueología moderna, existen una serie de hitos que marcan el desarrollo de la Paleoparasitología. El primero sin duda es el reconocimiento de los coprolitos (término acuñado por William Buckland en el primer tercio del siglo XIX) como una fuente de información abundante y fidedigna sobre hábitos dietéticos, enfermedades y aspectos ecológicos, e incluso demográficos, de las culturas del pasado. A finales del XIX, Harshberger señala las posibilidades potenciales de los coprolitos para el análisis de las dietas antiguas y, en 1925, Seton reconoce que la forma y el contenido de las heces son indicativas del orden animal. Las primeras técnicas de rehidratación se deben a Netolitzky, aunque no sería hasta mucho más adelante (mediados del siglo pasado) cuando se perfeccionarían, primero con Van Cleave y Ross y, más tarde y de forma decisiva, con Callen y Cameron (1955, 1960) al utilizar una solución acuosa de fosfato trisódico al 0.5 por ciento. Ya mucho más recientemente el uso de técnicas refinadas de laboratorio, especialmente el análisis del DNA ha venido a suponer un avance extraordinario en el desarrollo de la Paleoparasitología.

La celebración de múltiples congresos y reuniones científicas nacionales e internacionales de Paleopatología, especialmente tras la fundación en los años setenta de la pasada centuria de la Paleopathology Association, ha venido a favorecer de modo notable la difusión y debate de los estudios paleoparasitológicos llevados a cabo en distintas partes del planeta. Por lo que respecta a América Latina, ello se vio reforzado en 2005 con la celebración del Primer Congreso de la Paleopathology Association en América del Sur (PAMinSA) en la ciudad de Río de Janeiro con presencia de un numerosísimo grupo de científicos de todo el mundo. No quiero, ni debo, ni puedo, dejar de mencionar un hecho importante para el desarrollo de la Paleoparasitología en Latinoamérica: la celebración en 2004 del Primer Curso Internacional sobre la especialidad celebrado en la sede de Quequén-Necochea de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y dirigido por dos grandes amigos personales y colaboradores en cursos e investigaciones paleopatológicas, Ricardo Guichón y Martín Fugassa.

Por fin, la necesidad de publicar un volumen monográfico, con abundante información, con alto rigor científico, y con la presencia de investigadores de primer nivel, ha venido a estar satisfecha con la aparición de este libro. Pero, para ser justos tenemos que señalar que, anteriormente a la publicación de esta magna obra, los autores ya habían sacado a la luz otras que versaban sobre el tema. A saber: *Paleoparasitologia no Brasil* (1988), editado por Ferreira, Araújo y Confalonieri; *Paleopatologia e Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares* (1992), coordinado por Araújo y Ferreira, reuniendo artículos de diversos especialistas en paleopatología en Brasil; y, por último, muy recientemente, un libro más divulgativo que lleva por título *Paleoparasitologia* (2008) de Ferreira, Reinhard y Araújo. Todos estos libros, en mi opinión especialmente los dos primeros, fueron importantes para hacer conocer a la comunidad científica internacional el gran trabajo científico que en el área de la Paleopatología, y más concretamente en el campo de la Paleoparasitología, se estaba desarrollando en Brasil.

Este es un libro que se venía haciendo absolutamente necesario y, no nos duele afirmar que su título quizás peca de modesto ya que "Fundamentos" se queda corto y podría muy bien llamarse "Tratado" pues se analizan en gran profundidad los temas más actuales de la Paleoparasitología. La división en cuatro partes parece muy acertada al separar los distintos aspectos que hacen más entendible la obra.

Así, la primera parte ("Os parasitos, hospedeiros humanos e o ambiente") está fundamentalmente enfocada a la historia de las observaciones generales llevadas a cabo últimamente sobre las distintas enfermedades, incluyendo, por supuesto, los parásitos, lo que viene a aclarar de modo notable el panorama para el lector no avezado e incluye una visión sobre el desarrollo de la especialidad, adentrándose también sobre el origen de los parásitos humanos, el parasitismo y la interrelación entre las migraciones por parte de poblaciones humanas y el parasitismo. La segunda parte del libro ("Vestígios de parasitos preservados em diversos materiais, técnicas de microscopia e diagnóstico

molecular") explica con precisión y profundidad suficiente las distintas técnicas (microscopía óptica, inmunología, estudios de DNA a los cuales se les da una gran importancia) utilizadas para llevar a cabo estudios paleoparasitológicos en distintos soportes como ámbar, coprolitos, así como la importancia del análisis de bacterias, virus o ácaros en Paleoparasitología, y de restos alimenticios y polen. La tercera sección ("O encontro de parasitos em material antigo: uma visão paleogeográfica") es una de las más interesantes del libro y está basada en las diferentes investigaciones sobre parásitos procedentes de diversos lugares del planeta: América del Norte y del Sur, Europa, Asia, África y Oceanía. La cuarta y última parte ("Estudos especiais e perspectivas") se subdivide en tres secciones, de las cuales quizás la más interesante es la que trata sobre la enfermedad de Chagas, una dolencia de gran trascendencia en América del Sur por el número de personas que infecta y su tasa de morbi-mortalidad.

Para llevar a cabo esta monumental monografía ha sido necesario, y esto es un mérito extraordinario de los organizadores de la obra, reunir a cualificados especialistas internacionales procedentes de muy diversos lugares destacando los de Brasil, Estados Unidos, Argentina y Francia, que representan a una decena de instituciones científicas y más de dos docenas de investigadores que, hoy por hoy, constituyen los grupos líderes en los estudios paleoparasitológicos. No es este el lugar para nombrarlos a los diferentes autores y solo nos cabe afirmar que todos están presentes habitualmente en los foros internacionales donde se plantean nuevas investigaciones, nuevas técnicas, nuevos métodos, y, sobre todo, se intercambia la información que es fundamental para abrir nuevos campos a la Ciencia. No queda más que felicitar a todos ellos por el gran esfuerzo realizado para llevar a cabo esta gran obra que, no nos cansamos de repetir, constituye un hito de suma importancia no solo para la expansión del conocimiento en el campo de la Paleoparasitología sino para implicar, más aún si cabe, esta disciplina con la Paleopatología.

Y para los editores, no solo reiterar nuestras felicitaciones: además les agradecemos los que nos dedicamos a la Paleopatología la aparición de este libro que constituirá un éxito por las aportaciones que realiza a la profundización de nuestro conocimiento sobre la enfermedad en el pasado y su historia evolutiva.

Conrado Rodríguez-Martín, M.D.
Director del Instituto Canario de Bioantropología
Organismo Autónomo de Museos y Centros (OAMC), Cabildo de Tenerife

Apresentação

Corre em Manguinhos a seguinte história, atribuída a um tal de Ludovicus Tertius Guanabarinus: "Antes de partir para a guerra, o Quixote foi à taberna. Lá encontrou um jovem a quem perguntou:

– Você se chama Sancho?

– Não, respondeu o outro. Eu me chamo Quixote.

Ele estranhou um pouco, mas foi adiante:

– Eu vou à guerra e preciso de um escudeiro. Você me acompanha?

– Sim, respondeu o outro.

No caminho encontraram um personagem, que estranhamente também se chamava Quixote. Vinha de terras longínquas. Diziam que do Alasca. E juntos foram à guerra durante muitos anos. Quando estavam velhos e não podiam mais ir à guerra, eles se sentavam na taberna, embriagavam-se, contavam histórias, e ainda lançavam olhares lúbricos ao generoso decote da filha do estalajadeiro. Um dia o Quixote disse:

– Eu não lembro mais quantas guerras nós ganhamos e quantas nós perdemos.

– Nem eu, respondeu o outro. E acrescentou:

– Nem me lembro mais se as nossas guerras eram justas ou injustas.

– É verdade, respondeu o terceiro. E disse ainda:

– Agora, eu me lembro muito bem do quanto nós nos divertimos nas nossas guerras".

A história cai bem se relacionada ao estudo da paleoparasitologia. Durante trinta anos, nós nos divertimos. Até porque, se não fosse assim, não teríamos levado o projeto adiante. Não acreditamos que os que sofrem para fazer uma tese tenham bons resultados. Não acreditamos em mercado de trabalho. Fazendo o que se gosta faz-se bem e, portanto, tem-se êxito. Como dizia o velho Câncio, tio do Arlindo Fábio, no seu linguajar truncado de gaúcho da fronteira: "*Peleo porque me gusta pelear*".

Era hora de fazer uma síntese da paleoparasitologia, de todo um trabalho de imensa cooperação dos colegas arqueólogos, pois sem eles nada seria possível. Quando juntamos nossos laboratórios para colaborar na pesquisa de parasitos em material antigo, iniciamos uma rede que se ampliou e diversificou-se em outros países. Acumularam-se dados, e já era o momento de estabelecer o estado atual da arte.

Da primeira parte, constam oito artigos, contendo conceituações do fenômeno parasitismo, bem como análises dos aspectos do hospedeiro humano, especialmente sua dispersão pelo planeta e sobre os parasitos que puderam acompanhar as migrações pré-históricas. Destaca-se o povoamento das Américas, pela importância que tiveram os achados da paleoparasitologia para esclarecer sobre as migrações pré-históricas. Como exemplo de estudo integrado entre antropologia, arqueologia e paleoparasitologia, há um capítulo sobre a Patagônia, cujos estudos se completam para mostrar situações na pré-história e as transformações ocorridas com a chegada de europeus.

Integram a segunda parte capítulos sobre parasitos e seus vestígios preservados em diferentes materiais, bem como a descrição de técnicas para recuperá-los e métodos para estudá-los. Destacam-se materiais em que há possibilidade de encontro de parasitos ou seus vetores, como os coprólitos mineralizados e aqueles preservados por dessecação. Em outros materiais, como o âmbar, encontram-se principalmente vetores de parasitos, como flebotomíneos e triatomíneos, assim como restos alimentares e polens diversos, alguns indicadores de uso de plantas medicinais e outros indicadores de contatos entre grupos humanos na pré-história americana com povos de outros continentes.

No capítulo sobre o diagnóstico de origem do coprólito, esmiúçam-se as etapas de exame para a correta identificação do remanescente arqueológico. Nos capítulos seguintes, aborda-se o diagnóstico de helmintos, protozoários, vírus e bactérias, além de se discutir em detalhes a presença de ácaros em material antigo. O diagnóstico molecular, tema de outro capítulo, soma-se a técnicas tradicionais de microscopia e de sorologia, completando e acrescentando mais confiabilidade ao trazer novas abordagens em paleoparasitologia.

Reúnem-se, na terceira parte, os dados sobre os achados de parasitos nos mais diversos materiais, em todos os continentes. Procura-se alcançar um estudo paleogeográfico das infecções parasitárias no passado, mostrando sua distribuição com datas em locais determinados por onde se situaram hospedeiros, fossem eles específicos ou eventuais para manutenção do ciclo de vida dos parasitos. Começamos pelas Américas, embora a África e Ásia possam ter sido o berço de origem de muitas das infecções que vieram a se estabelecer na espécie humana. O que os autores procuraram mostrar é a possibilidade de estudos aprofundados com base no conhecimento arqueológico. Para isso, quando possível, como no caso da América do Norte, América do Sul e Europa, privilegiou-se a descrição de situações específicas de grupos pré-históricos em certas regiões, como os Pueblos Ancestrais no Arizona, os fueguinos na Patagônia e na região arqueológica do Parque Nacional Serra da Capivara, no Nordeste brasileiro.

Na Ásia, há um trabalho intenso na Coreia e no Japão, com publicação de artigos em que se procura exatamente construir esse conhecimento diversificado da arqueologia e antropologia conjuntamente com a paleoparasitologia. No futuro, estas conjunções devem se dar mais naturalmente, pois a paleoparasitologia só pode avançar pela colaboração interdisciplinar.

Por fim, apresentam-se resultados sobre uma das parasitoses mais interessantes, a doença de Chagas, que completou cem anos de descoberta em 2009. Para estudá-la, empregam-se diversas técnicas, mas grandes avanços foram feitos com a biologia molecular. Em seguida, para mostrar a diversidade dos estudos e suas imensas possibilidades, um capítulo sobre o que podem revelar os documentos históricos, e as dificuldades em sua interpretação. Ao finalizar este livro, nada mais estimulante para os estudos futuros do que construir perspectivas e novidades que poderão advir da imaginação e competência dos estudantes que estão se iniciando no laboratório ou mesmo ainda nos bancos escolares. Para isso,

sempre acreditamos no Programa de Vocação Científica, que, sob a coordenação da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), coloca no laboratório, ao lado dos pesquisadores, estudantes de ensino médio, a fim de despertar sua curiosidade e desenvolver sua capacidade de formular perguntas e respondê-las com a metodologia adequada.

Foi isso o que pretendemos com este livro. Não sabemos se agradaremos, por isso nos lembramos das palavras de Luís Gomes Ferreira, no *Erário Mineral*, de 1735:

> "Se nela achares algum lucro, desconta o mal em satisfação do bom, e se tudo te parecer inútil, faze outra melhor, e dê louvores a Deus, que repartiu contigo tanto, doando aos outros tão pouco".

AGRADECIMENTOS

Aos companheiros de laboratório, sempre fundamentais, Natalina, Marcus Vinicius, Benjamim e Miguel (*in memoriam*).

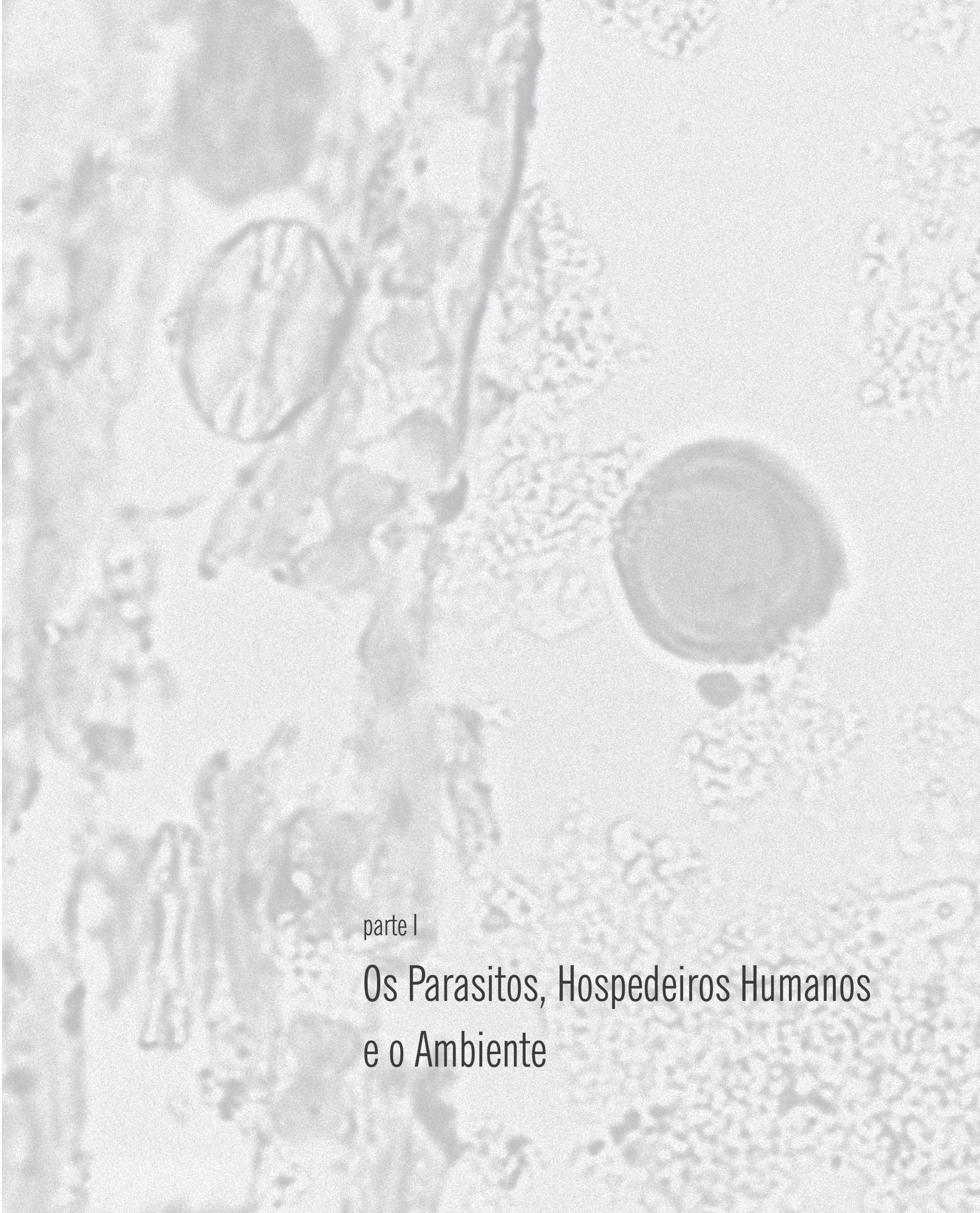
A Natalina, nossa eterna secretária, sabe de tudo em nosso laboratório – é indispensável. Benjamin e Miguel acompanharam os primeiros passos da paleoparasitologia e foram essenciais nesses momentos. Muitos resultados se devem a eles. São muitas as saudades daqueles tempos.

Marcus Vinicius é hoje nosso *fac totum*; precisamos muito dele. Esta equipe foi fundamental para todo o início de uma nova ciência.

Mas não podemos nos esquecer de nossos alunos, aqueles que procuraram nosso laboratório para estágios dos programas de vocação científica (EPSJV), iniciação científica (Pibic/CNPq), Pró-Gestão (Fiocruz-Faperj), mestrado, doutorado e pós-doutorado. Sua presença foi sempre estimulante e seus questionamentos, belos desafios.

Grande parte dos resultados apresentados neste livro é fruto de pesquisas apoiadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), com os convênios Capes-Cofecub (Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire avec le Brésil) e Capes-SECyT (Secretaría de Ciencia y Tecnología), respectivamente Brasil-França e Brasil-Argentina; Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj); Fulbright Comission; Fiocruz, com recursos do Programa de Auxílio à Pesquisa Estratégica (Papes). O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido/CNPq, ao qual pertencem quatro dos autores de capítulos deste livro, inclusive dois dos organizadores, também apoiou parte dos estudos aqui apresentados.

Os organizadores



parte I

Os Parasitos, Hospedeiros Humanos e o Ambiente

1

Introdução à Paleoparasitologia

Luiz Fernando Ferreira

Paleoparasitologia é o estudo dos parasitos encontrados em remanescentes da espécie humana e de outros animais recuperados de sítios arqueológicos, paleontológicos, ou de qualquer outra fonte em que se mantiveram preservados. Vem do grego παλῃος, que significa antigo, arcaico, e παρασιτος, que pode ser separado em παρα, ao lado, e σιτος, pão, alimento. Finalmente, λογος que, no caso, pode-se traduzir por estudo.

A paleoparasitologia surge como um ramo do conhecimento, destacando-se da paleopatologia ao se encontrarem formas parasitárias em material arqueológico. Reconhece-se que o trabalho pioneiro foi feito por sir Marc Armand Ruffer, quando, em 1910, publicou o achado de ovos de *Schistosoma haematobium* no tecido renal de múmias egípcias da vigésima dinastia, datadas de cerca de 1250 a 1100 a.C. (Ruffer, 1910). Anos mais tarde, Lothar Szidat (Szidat, 1944), estudando dois corpos em bom estado de conservação descobertos em pântanos da Prússia, relatou o encontro de ovos de *Trichuris trichiura* e de *Ascaris lumbricoides*. Esses achados marcaram o início da busca por parasitos em material arqueológico.

A PALEOPARASITOLOGIA E OUTRAS CIÊNCIAS

Situando-se em enclave interdisciplinar, a paleoparasitologia incorpora, em seu conjunto de conhecimentos práticos e teóricos, uma série de outras ciências que compreendem, além da medicina e da biologia, a arqueologia, antropologia, geografia, genética e a biologia molecular. A estas se devem acrescentar a história, especialmente a história da medicina, e a mais recentemente caracterizada história das doenças (Nascimento, Carvalho & Marques, 2006). Duas grandes sínteses da medicina e história, publicadas por Mirko Grmek (Grmek, 1983) e Jean Bernard em 1983 (Bernard, 1983), marcaram os caminhos desta linha de investigação. Ambos associaram história e medicina em seus estudos, buscando as origens e a história da evolução das doenças. Esse caminho foi iniciado por Aidan Cockburn (1963), ao traçar as possibilidades de investigação da paleopatologia e suas diversas relações com as outras ciências.

O estudo das doenças no passado pode se valer ainda das representações artísticas como fonte de informações, restos de esqueletos ou obras literárias (Wells, 1964). Para exemplificar a possibilidade de que fontes literárias permitam o diagnóstico de determinada doença em época pretérita, devem-se lembrar duas interessantes passagens na obra clássica de Gabriel Soares de Sousa, escrita em 1587 (Sousa, 1974). Era ele senhor de engenho em Jaguaripe e Jiquiriçá, na Bahia. Morreu mato adentro, em busca das minas de prata. Foi bandeirante, botânico, zoólogo, geógrafo, tropicalista, antropólogo e helmintologista. Registrou doenças e tratamentos da época no Brasil colonial, como no capítulo XLI: "E também serve esse carimã para os meninos que tem lombrigas, aos quais se da a beber, desfeito na agua, como fica dito e mata-lhes as lombrigas todos" (Sousa, 1974: 91).

E ainda, do capítulo CLXI, que trata dos feiticeiros e dos que comem terra para se matar:

> Tem esse gentio outra barbaria muito grande, que, se tomam qualquer desgosto, se anojam de maneira que determinam de morrer; e põem-se a comer terra, cada dia uma pouca, até que vêm a definhar e inchar do rosto e olhos, e a morrer disso, sem lhe ninguém poder valer, nem desviar de se quererem matar; o que afirmam que lhes ensinou o diabo, e que lhes aparece, como se determinam a comer a terra. (Sousa, 1974: 175)

O que seria uma clara alusão à geofagia do ancilostomótico, assinalada por Pirajá da Silva nos comentários que fez ao texto (Sousa, 1974: 409): "Gabriel Soares faz referência aos índios que comiam terra e morriam. Na verminose conhecida como por necatoriose, opilação, cansaço, hipoemia, é a geofagia o sintoma que mais impressiona".

Em relação a obras de arte, pode-se citar como exemplo o trabalho de Dequeker (2006). Reumatologista experimentado, o autor faz, entre outros, o diagnóstico de artrite reumatoide no quadro *The Painter's Family*, de Jacob Jordaen (1593–1678).

Também o estudo de parasitoses em populações indígenas isoladas traz achegas importantes para o conhecimento de doenças no passado. A esse respeito, além dos trabalhos de Samuel Darling (Darling, 1921) e Fred Soper (Soper, 1927), existe o excelente livro do professor Olympio da Fonseca, filho (Fonseca Filho, 1972), bem como os estudos de Francisco Salzano (Salzano, 1990). Sobre o assunto, seguem os comentários de Carlos Coimbra Jr. e Ricardo Ventura Santos:

> Apesar das dificuldades do empreendimento, são diversas as razões para se buscar relacionar os dados epidemiológicos de populações indígenas contemporâneas com aquelas disponíveis para grupos pré-históricos. Primeiro, mesmo com a ruptura socioeconômica e biológica ocasionada pela chegada e expansão dos europeus no continente americano, é possível que existam similaridades entre os padrões epidemiológicos das populações do presente e do passado. Segundo, seria de interesse se pudéssemos documentar continuidades ou descontinuidades espaciais e temporais de processos epidemiológicos em populações nativas do continente americano. Terceiro, a complexidade do quadro epidemiológico para populações indígenas contemporâneas deve ser levada em consideração pelos paleoepidemiologistas, quando da construção de modelos explicativos do processo saúde/doença no passado. Isso porque uma limitação intrínseca dos estudos paleopatológicos é que nem todos os processos patológicos deixam registros específicos nos remanescentes ósseos e dentários, os materiais biológicos mais comumente analisados em estudos dessa natureza. (Coimbra Jr. & Santos, 1992: 169-170)

Importante também é o estudo de parasitos em grandes antropoides e suas relações com humanos (Hoeppli, 1959; Dunn, 1970; Hugot, Reinhard & Gardner, 1999), como veremos em outro capítulo ao discutir as origens dos parasitos na espécie humana.

Sobre a relevância dos estudos da paleoparasitologia em medicina e saúde pública, assim escrevemos:

> Ela (a paleoparasitologia) propicia evidências diretas de infecções em populações do passado, introduzindo o fator tempo na análise, sem a necessidade das extrapolações exigidas com os dados de populações contemporâneas.

> Ademais, dependendo da distribuição temporal e espacial desses achados, teoricamente eles permitem a reconstituição de sequências para a progressão de uma afecção parasitária em região anteriormente isenta da mesma.
>
> O encontro de parasitos em material arqueológico, além de propiciar um melhor conhecimento da evolução das infecções, traz subsídios à investigação da pré-história, pois se constitui em indicador mais sensível de contatos populacionais no passado do que a comparação de traços culturais ou de características físicas dos indivíduos.
>
> Vários pesquisadores têm sustentado que o conhecimento das doenças em populações do passado, por propiciar uma perspectiva histórica do desenvolvimento das atuais endemias, explica certos aspectos obscuros delas, apontando novas orientações no estudo de sua dinâmica, com reflexos na estratégia de controle. (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988: 16)

Partem ainda da paleoparasitologia os estudos de parasitos conservados em âmbar, distinguindo-se os encontros de vetores de parasitos (Andrade Filho & Brazil, 2003), e mesmo os próprios parasitos (Poinar, 2005), assim como os desenvolvidos em coprólitos de répteis extintos (Poinar & Boucot, 2006). Citemos ainda a linguística comparada na identificação de parasitos em línguas arcaicas (Rodrigues, 2005).

OS PRIMEIROS ACHADOS DE PARASITOS EM MATERIAL ARQUEOLÓGICO

A paleoparasitologia inicia-se com a descrição de Ruffer (1910), e por caminhos diversos estrutura-se a partir de uma série de trabalhos pioneiros (Darling, 1921; Soper, 1927; Taylor, 1955; Callen & Cameron, 1960; Samuels, 1965; Pike, 1967; Allison *et al.*, 1974; Fry, 1977; Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1979; Jones, 1982; Reinhard, 1985; Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988).

É principalmente a partir do desenvolvimento dos estudos em coprólitos, encontrados nas camadas arqueológicas durante as escavações, que uma série de questões metodológicas se tornam prementes para a fundamentação segura dos resultados. Desse ponto em vista, o desenvolvimento da biologia molecular traz desafios fascinantes, especialmente em relação ao diagnóstico.

Evidentemente que os dados da paleoparasitologia são provisórios, pois novas pesquisas sempre estão a ocorrer. Pode-se mesmo dizer que correspondem mais à distribuição dos paleoparasitologistas e, principalmente, dos arqueólogos que fazem as escavações, do que à real distribuição das infecções parasitárias no passado. Os arqueólogos, que enviam material ao laboratório para análises, seguem uma lógica própria, que não tem por objetivo, certamente, obter dados para construir um quadro paleoepidemiológico. Foi somente com uso das técnicas relativamente recentes da biologia molecular, adaptadas ao material antigo, bem como a uma série de técnicas desenvolvidas na medicina clínica, especialmente imagens, que uma série de diagnósticos puderam ser feitos com segurança. Entretanto, os dados positivos são reais e permitem algumas considerações.

OS HUMANOS E SEUS PARASITOS

Originária da África, a espécie humana migrou cedo, levando com ela parasitos herdados de seus ancestrais. Em novas regiões, condições ambientes, organização social, sedentarismo, fauna local, alimentação etc. levaram à permanência de parasitos, à sua perda, ou à aquisição de outros.

Muitos autores procuram ligar a distribuição atual de parasitos às viagens de portugueses e espanhóis no final do século X e início do século XI, esquecidos de que o ser humano se desloca desde praticamente o início do surgimento da espécie. Os parasitos mais comuns da espécie humana já se encontravam nas populações humanas do Novo Mundo quando aqui chegaram os europeus e, logo depois, os africanos (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981; Horne, 1985).

Um certo grau de racismo atribuía aos escravos africanos a maioria dos parasitos da América (Freitas, 1935). Talvez fosse o efeito, embora tardio, das cartas de Pero Vaz de Caminha e Américo Vespúcio, que descreviam a América como o paraíso sem doenças, certamente fascinados pelas índias: "Ali andavam entre eles três ou quatro moças, bem novinhas e gentis, com cabelos muito pretos e compridos pelas costas; e suas vergonhas, tão altas e tão cerradinhas e tão limpas das cabeleiras que, de as nós muito bem olharmos, não se envergonhavam" (Caminha, 2002).

Ultimamente, têm surgido grupos dedicando-se à paleoparasitologia, e resultados interessantes têm sido apresentados. Essas colaborações têm ampliado consideravelmente o conhecimento sobre as infecções no passado, pois uma etapa importante é o levantamento de cada vez mais dados, para que se possa, progressivamente, construir uma paleoepidemiologia sobre bases sólidas (Souza, De Carvalho & Lessa, 2003). É tarefa para as gerações futuras.

Como um breve apanhado dos principais artigos que deram origem, ou melhor, estimularam e foram bases para os estudos em paleoparasitologia, apresentamos a seguir uma bibliografia comentada e alguns eventos marcantes em ordem cronológica, desde o início dos primeiros trabalhos em coprólitos e outros vestígios antigos, para que o leitor possa seguir os caminhos que nos levaram a enveredar por estes estudos, tão fascinantes. Não se trata de uma revisão completa, mas são trabalhos clássicos. Alguns nos chegaram às mãos no início de nossas pesquisas, outros passaram a fazer parte de nossas referências e, sem modéstia, inclusive os nossos.

1678 – LISTER, M. Historia animalium Angliae tres tractatus.

Trata-se da primeira referência conhecida sobre coprólitos. Martin Lister, médico da corte e naturalista inglês, vice-presidente da Royal Society, formou-se em Cambridge; estabeleceu a relação entre a forma das fezes e o trato intestinal do animal. Na língua oficial da ciência, à época, assim se expressa ao descrever os excrementos de moluscos: "*Praeterea, ex excrementarum differentia, certum est intestinorum figuram aliam atque aliam esse in diversis speciebus*".

1829 – BUCKLAND, W. On the discovery of a new species of pterodactyle; and also of the faeces of the *Ichthyosaurus*; and of a black substance resembling sepia, or Indian ink, in the Lias at Lyme Regis. *Proceedings of the Geological Society of London*, I: 96-98, 1829.

Geólogo inglês, William Buckland descreveu pela primeira vez um dinossauro, antes mesmo de esse nome ser cunhado. Criou o termo 'coprólito' para fezes fossilizadas de sáurios. O termo passa a ser utilizado, por diferentes autores, para fezes de animais extintos.

1866 – WUCHERER, O. E. H. A molestia como parte do plano da creação. *Gazeta Medica da Bahia*, 1: 129, 1866.

Otto Edward Henry Wucherer nasceu na cidade do Porto, Portugal, no dia 7 de julho de 1820. Filho de pai alemão e mãe brasileira, passou dos 6 aos 7 anos vivendo na Bahia, onde seu pai era gerente de uma casa comercial. Em seguida, foi para a Alemanha, formando-se em medicina pela Universidade de Tubingen. Retornou ao Brasil em 1843, fixando-se em Salvador. Considerado o fundador da helmintologia brasileira, foi o primeiro a utilizar o microscópio no Brasil para diagnóstico e pesquisa científica de doenças vindas da África (www.museudavida.fiocruz.br). Ao comentar o discurso proferido por Benjamim E. Colting, secretário de Relações Estrangeiras da Sociedade Médica de Massachussets e ex-membro da Expedição Agassiz no Brasil, relata:

> Os coprólitos, fezes petrificadas, encontradas dentro e fora de animais fósseis, revelam-nos muitas vezes, não só a natureza do ingesta, exibindo partes de outros animais consumidos, mas até a natureza da superfície mucosa dos intestinos, e provam que a ingestão era feita, naqueles tempos, pouco mais ou menos como nos nossos tempos. (Wucherer, 1866: 129)

1896 – HARSHBERGER, J. W. The purposes of ethno-botany. *Botanical Gazette*, 21: 146-154, 1896.

John W. Harshberger indica nesse trabalho possibilidades de reconstrução de dietas de populações pré-históricas pelo estudo de coprólitos.

1910 – RUFFER, M. A. Note on the presence of *Bilharzia haematobia* in Egyptian mummies of the twentieth dinasty (1250–1000). *British Medical Journal*, part 1: 16, 1910.

Sir Marc Armand Ruffer é, sem dúvida, a figura mais marcante entre os pioneiros da paleopatologia. Nascido em Lyon, França, em 1859, forma-se em medicina em Londres em 1887, obtendo o seu doutorado em 1889. Dedica-se inicialmente ao estudo da fagocitose e, em 1891, foi o primeiro diretor do British Institute of Preventive Medicine. Vai depois para o Egito, onde permanece muitos anos sendo professor na Cairo Medical School. Introduz técnicas para reidratação de tecidos mumificados, possibilitando seu estudo histológico, usadas até hoje, com pequenas modificações. Morreu em 1917, deixando trabalhos não publicados. *Studies in the Paleopathology of Egypt* foi reunido por sua esposa, lady Alice Mary Ruffer, e editado nos Estados Unidos por Roy Moodie, em 1921. É de Ruffer a definição de paleopatologia: "*The science of the diseases which can be demonstrated in human and animal remains of ancient times*".

1921 – DARLING, S. T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. *Parasitology*, 12: 217-233, 1921.

Samuel T. Darling discute a origem da ancilostomíase em tribos indígenas sul-americanas com base na distribuição geográfica dos ancilostomídeos humanos, faz suposições sobre migrações pré-históricas para a América. Seu trabalho, juntamente com o de Soper (1927), e mais tarde Manter (1967) e Fonseca (1970), proporcionaram as investigações sobre as parasitoses intestinais na pré-história das Américas (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988).

1925 – SETON, E. T. On the study of scatology. *Journal of Mammalogy*, 6: 47-49, 1925.

Ernest Thompson Seton nasceu na Inglaterra e sua família migrou para o Canadá. Lá, ele se tornou naturalista e ilustrador da natureza. Observa que a forma e o conteúdo das fezes são excelentes guias para o diagnóstico da ordem animal. As fezes das espécies da mesma ordem mostram características que as agrupam e que refletem uma anatomia particular. Para o diagnóstico de família, as fezes mostram pequeno valor e, em nível genérico, nenhum. Seton ressalta, entretanto, o fato curioso e aparentemente contraditório de a forma das fezes ser valioso auxiliar no diagnóstico específico, bem como o tamanho e conteúdo alimentar, que às vezes separam espécies próximas. Importantes também são seus estudos sobre hábitos alimentares dos animais silvestres. Seus estudos foram fundamentais para o estabelecimento de padrões morfológicos no diagnóstico de coprólitos.

1927 – SOPER, F. L. The report of a nearly pure *Ancylostoma duodenale* infestation in Native South American Indians and a discussion of its ethnological significance. *American Journal of Hygiene*, 7: 174-184, 1927.

Fred Soper estudou uma tribo no *chaco* paraguaio, os índios Lengua, afastada do contato com os colonizadores, e encontrou elevada taxa de prevalência de *Ancylostoma duodenale* em relação a *Necator americanus*, na proporção de 13:1

de vermes adultos expelidos após o tratamento. Daí conclui que a infecção por *Ancylostoma duodenale* já estaria presente antes da chegada de europeus e africanos, enquanto *Necator americanus* teria sido introduzido pelos conquistadores e escravos. Mais tarde, essas conclusões foram usadas nas interpretações sobre migrações pré-históricas juntamente com dados da paleoparasitologia (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981).

1930 – EAMES, A. J. Report on ground sloth coprolites from Dona Ana County New Mexico. *American Journal of Science*, 20: 353-356, 1930.

Arthur Eames estuda coprólitos de preguiças extintas no Novo México. É um dos primeiros a diferenciar restos alimentares microscópicos em coprólitos.

1944 – SZIDAT, L. Über die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneierm in vor-und Fühgeschichtlichen Moorleichen. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 13: 265-274, 1944.

Lothar Szidat estuda dois corpos das turfeiras (*bog bodies*) encontrados na Prússia, um homem e uma mulher com datações de 500 AD (*Anno Domini*) e 600 AP (antes do presente). Ao exame parasitológico do conteúdo intestinal de ambos encontra ovos de *Ascaris lumbricoides* e de *Trichuris trichiura*. Em um deles encontra ovos de ácaros, de nematoide de planta e possivelmente ovos de *Diphyllobothrium latum*.

1947 – VAN CLEAVE, H. J. & ROSS, J. A. A method for reclaiming dried zoological specimens. *Science*, 105: 318, 1947.

Esse método proporcionou grande avanço para o estudo de coprólitos ao permitir a reidratação de helmintos mantidos em coleções de museu em solução aquosa de fosfato trissódico. O método foi adaptado posteriormente por Callen e Cameron (1960), com grande êxito, para recuperar a consistência original dos coprólitos e facilitar os exames parasitológicos e de restos alimentares.

1954 – PIZZI, T. & SCHENONE, H. Hallazgo de huevos de *Trichuris* en contenido de un cuerpo arqueológico incaico. *Boletín Chileno de Parasitología*, 9: 73-75, 1954.

Estudam o conteúdo intestinal de uma criança inca entre 8 e 9 anos, datando do período imediatamente anterior à conquista espanhola, encontrada congelada nos Andes, próximo a Santiago. Foram encontrados numerosos ovos de *Trichuris trichiura* e, possivelmente, cistos de *Entamoeba coli*.

1955 – TAYLOR, E. L. Parasitic helminths in mediaeval remains. *Veterinary Record*, 67: 216-218, 1955.

Taylor examina material correspondente ao período medieval na Inglaterra, em Winchester, com datação de aproximadamente 1100 AD. Na matéria fecal de fossas encontra ovos de helmintos diagnosticados como de *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* e *Dicrocoelium dendriticum*. É um dos primeiros a examinar conteúdo de fossas medievais.

1955 – CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. The diet and parasites of pre-historic Huaca Prieta Indians as determined by dried coprolites. Otawa, Royal Society of Canada, *Proceedings*, June 7: 51-52, 1955.

Thomas Cameron e Eric Callen apresentam, à Royal Society do Canadá, trabalho que marca de maneira definitiva os estudos de coprólitos, introduzindo o fosfato trissódico em solução aquosa a 0,5% para reidratação, baseado no

trabalho de Van Cleave e Ross (1947). Descrevem a presença de ovos de helminto, provavelmente *Diphyllobothrium* sp., sendo os primeiros a assinalar esse parasito em populações pré-históricas peruanas.

1958 – HELBAECK, H. Grauballemandens sidste måltid. *Kuml*: 83-116, 1958.

Nesse artigo marcante, Helbaeck descreve o que teria sido a última refeição do Homem de Grauballe, distinguindo restos de plantas cultivadas e não cultivadas. Assinala ainda a presença de numerosos ovos de *Trichuris trichiura*.

1960 – CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A pre-historic diet revealed in coprolites. *The New Scientist*, 8: 35-37; 39-40, 1960.

Callen e Cameron publicam os dados referentes ao trabalho de 1955, apresentado em congresso. Trata-se de um dos artigos mais citados na área de paleoparasitologia, com relato da introdução da reidratação em solução aquosa de fosfato trissódico a 0,5% (Na_3PO_4) por 72h, em média. Essa técnica traz excelentes resultados por recuperar não só a consistência original da matéria fecal como também a morfometria dos resíduos orgânicos, inclusive de estruturas parasitárias, que não se alteram em suas dimensões naturais de acordo com experimentos realizados em nosso laboratório, e de outros paleoparasitologistas, com esse tratamento.

1964 – MARTIN, P. S. & SHARROCK, F. W. Polen analysis of pre-historic human feces: a new approach to ethnobotany. *American Antiquity*, 30: 168-180, 1964.

Martin e Sharrock iniciam uma série de publicações sobre restos alimentares e parasitos encontrados em coprólitos em sítios norte-americanos. Ao observarem diferentes espécies de pólen encontradas em fezes pré-históricas em Utah, Estados Unidos, procuram determinar a importância de determinadas plantas na dieta dessas populações.

1965 – SAMUELS, R. Parasitological study of long dried fecal samples. *In*: OSBORNE, D. & KATZ, B. S. (Eds.). *Contributions of the Wetherill Mesa Archaeological Project, Society for American Archaeology*, 1965. (Memoirs, 19)

Encontra ovos de *Enterobius vermicularis*, ácaros e nematoides de vida livre. São os primeiros ovos de uma espécie de parasito a serem encontrados em coprólitos humanos na América do Norte.

1966 – JANSEN, Jr. I. & OVER, H. J. Observations on helminth infections in a Roman army camp. Rome: International Congress for Parasitology I, *Proceedings*, II: 791, 1966.

Jansen e Over apresentam o resultado dos exames em material coletado de forte romano em Valkenbur-on-Rhine, datado do primeiro século depois de Cristo. Encontram ovos de *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* e *Oxyuris equi*, parasito de equinos, mostrando a mistura de vestígios arqueológicos de humanos e seus animais domésticos.

1967 – BROTHWELL, D. & SANDISON, A. T. (Eds.). *Diseases in Antiquity*. Springfield: Charles & Thomas, 1967.

Esse livro, publicado na Inglaterra e hoje dificilmente encontrado nas livrarias, pois não houve outra edição, é ainda um marco para os diversos estudos sobre as doenças infecciosas no passado. Vários autores pioneiros contribuíram nos capítulos que compõem essa obra, e alguns discutiram a presença de helmintos em material orgânico preservado nos sítios arqueológicos, ressaltando a dificuldade em reconhecer a origem humana ou animal, das fezes (Pike, 1967). Esse é um dos principais problemas enfrentados por paleoparasitologistas ao receberem material para exame no laboratório. Estudos de campo são imprescindíveis para o correto diagnóstico e diferenciação de coprólitos humanos e de outros animais.

1967 – MANTER, H. W. Some aspects of the geographical distribution of parasites. *The Journal of Parasitology*, 53: 2-9, 1967.

Harold Manter, pesquisador americano, publicou esse artigo que também serviu como referência para os estudos em paleoparasitologia. O encontro de parasitos em coprólitos ainda era incipiente nessa época, e não há menção sobre a paleoparasitologia em seu artigo. Porém, a revisão para os ancilostomídeos foi a base para o estudo de migrações humanas pré-históricas e parasitismo, que realçou a importância da paleoparasitologia para os arqueólogos e antropólogos. Em sua homenagem, a Universidade de Nebraska, Lincoln, Estados Unidos, mantém o Harold W. Manter Laboratory of Parasitology, tendo por curador o professor Scott L. Gardner, coautor de um dos capítulos deste livro.

1969 – HEIZER, R. F. & NAPTON, L. K. Biological and cultural evidence from prehistoric human coprolites. *Science*, 165: 563-568, 1969.

Heizer e Napton apresentam trabalho sistematizando o estudo dos coprólitos e definindo metodologia e aplicação em arqueologia. Estudando material de Lovelock Cave, Nevada, Estados Unidos, reconstroem padrões de subsistência na área.

1969 – HALL, H. J. Rehydration and concentration of parasite ova in human coprolites from the Great Basin, 1969. (Mimeo.)

Manuscrito não publicado dos arquivos do Departamento de Antropologia, Universidade de Utah, Salt Lake city, Estados Unidos (resumo em Wilke & Hall, 1975).

Seu autor estuda técnicas para estudo parasitológico de coprólitos. Faz a reidratação pelo fosfato trissódico e a técnica de concentração de Ritchie modificada para ovos de parasitos. Relata o encontro de ovos de acantocéfalo e de *Enterobius vermicularis*.

1969 – DE LUMLEY, H. A paleolithic camp at Nice. *Scientific American*, 220: 42-50, 1969.

Henry de Lumley estuda o pólen presente em coprólitos de 400.000 anos, recolhido em Terra Amata, costa mediterrânea da França, um dos sítios mais importantes da Europa ocupado por *Homo erectus*.

1970 – FRY, G. F. Preliminary analysis of the Hogup Cave coprolites. *In*: AÏKENS M. (Ed.). *Hogup Cave, Appendix III*. Salt Lake City: University of Utah, 1970. (Anthropological Papers)

Nos coprólitos de Hogup Cave, Fry encontra ovos de *Moniliformis clarki* em material humano com datação de 6400 a 2000 a.C. Discute falso parasitismo, mas encontra ainda ovos de *Enterobius vermicularis* em amostras de 2.000 a 4.500 anos AP.

1970 – FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Humanas Pré-históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar Editor, 1970/1972.

Olympio da Fonseca, filho, com seu estudo comparativo de infecções por parasitos do Novo e do Velho Mundo, estabelece as bases de uma nova linha de investigação parasitológica a que denomina parasitologia étnica, geográfica e comparativa. Essa abordagem, além de proporcionar elementos para o estudo da origem das associações parasitárias, é enfatizada como importante método auxiliar na pesquisa etnológica e antropológica, na medida em que contribui para esclarecer a origem de certas populações indígenas na América e as rotas de suas migrações no passado remoto. Obra pioneira e de valor inestimável.

1973 – Fundação da Paleopathology Association e lançamento da *Paleopatholgy Newsletter* sob a liderança de Aidan Cockburn.

Aidan Cockburn havia publicado dois livros essenciais: COCKBURN, A. *The Evolution and Eradication of Infectious Diseases*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1963, e COCKBURN, A. *Infectious Diseases: their evolution and eradication*. Springfield: Charles C. Thomas, 1967. Neles, ressaltava a importância dos estudos de parasitos em material arqueológico. A associação foi criada durante um seminário com o objetivo de formar um grupo dedicado ao estudo das doenças em tempos passados. Participaram dessa reunião Aidan Cockburn, Eve Cockburn, Robin Barraco, William Peck e Theodore Reyman, entre outros. Em 1980 ele edita, com Eve Cockburn, sua esposa, e Theodore Reyman, *Mummies, Disease and Ancient Cultures*, imprescindível para quem queira estudar o tema. Sua vinda ao Brasil, em 1981, quando do início dos nossos trabalhos, nos prestigiando, foi de inestimável valor para nosso grupo. Ele contou histórias, visitou conosco sítios arqueológicos em Minas Gerais, na companhia do arqueólogo André Prous da Universidade Federal de Minas Gerais, e participou do VI Congresso da Sociedade Brasileira de Parasitologia em Belo Horizonte, pronunciando conferência memorável, com auditório lotado, em que cativou toda a plateia.

1974 – ALLISON, M J.; PEZZIA, A.; HASEGAWA, I. & GERSZTEN, E. A case of hookworm infestation in pre-Columbian America. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 103-106, 1974.

Marvin Allison, Enrique Gerszten e colegas descrevem a presença de ancilóstomos adultos no intestino de uma múmia peruana datando de 890-950 AD. Fundam o *Paleopathology Club*, enviando casos clínicos do passado a serem discutidos por especialistas, por correio convencional, sempre acompanhados de fotografias. Hoje, a publicação é difundida por meio eletrônico.

1975 – WILKE, J. P. & HALL, H. G. Analysis of ancient feces: a discussion and annotated bibliography. Archaeological Research Facility, Department of Anthropology, University of California, Berkeley, 1975.

Trabalho de revisão bibliográfica e comentários sobre a matéria fecal antiga no qual os autores fazem uma análise das possibilidades de estudos baseados no conteúdo dos coprólitos, tais como a dieta, tecnologia da população, clima do local de ocupação, natureza e extensão de infecções parasitárias e outros aspectos paleoecológicos.

1977 – COCKBURN, A. Where did our infectious diseases come from? The evolution of infectious disease. *Ciba Foundation Symposium*, 49: 103-112, 1977.

Artigo que destaca a importância dos estudos de parasitos em material arqueológico. Nele, Aidan Cockburn discute as infecções e doenças parasitárias, sua origem e evolução ao longo do tempo.

1979 – FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A & CONFALONIERI, U. Subsídios para a paleoparasitologia do Brasil I – Parasitos encontrados em coprólitos no município de Unaí, MG. CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA, 4, Campinas, 1979. *Anais*... 1979, p. 56.

Foram descritos ovos de ancilostomídeos e *Trichuris trichiura* em coprólitos humanos datados de período pré-colombiano na gruta do Gentio II, município de Unaí, Minas Gerais, da coleção do Instituto de Arqueologia Brasileira, dirigido, à época, pelo dr. Ondemar Dias Júnior. Trata-se do primeiro trabalho sobre o tema apresentado no Brasil, e também o primeiro a usar o termo paleoparasitologia. Início de uma série de artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

1980 – ARAÚJO, A. *Contribuição ao Estudo dos Helmintos Encontrados em Material Arqueológico no Brasil*, 1980. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 1980.

Orientada por Luiz Fernando Ferreira, foi a primeira tese realizada no Brasil sobre paleoparasitologia, e a primeira no programa de pós-graduação em Biologia Parasitária defendida no Instituto Oswaldo Cruz. Estuda as helmintíases na América pré-colombiana em coprólitos humanos da gruta do Gentio II, Unaí, Minas Gerais e os resultados em coprólitos de animais, no caso lacertídeos, encontrados por dr. André Prous, do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais, no sítio arqueológico de Santana do Riacho, Minas Gerais.

1982 – JONES, A. K. J. Recent finds of intestinal parasite ova at York, England. Apresentado à reunião anual da Seção Europeia da Paleopathology Association, 1982. (Mimeo.)

Nesse trabalho o autor atualiza os dados referentes à Inglaterra, com seus achados de York. Estuda coprólitos conservados quase mineralizados, e usa solução de ácido clorídrico a 10% para dissociá-los e possibilitar o exame microscópico. Seus trabalhos seguintes vão introduzir técnicas para contagem de ovos nos coprólitos.

1983 – BERNARD, J. *Le Sang et l'Histoire*. Paris: Buchet-Chastel, 1983.

Jean Bernard, utilizando seus profundos conhecimentos de hematologia e de história, escreve um livro muito interessante onde são abordadas diversas questões de migrações populacionais e cultura. Termina com um capítulo intitulado "O sangue e a queda dos impérios".

1983 – GRMEK, M. D. *Les Maladies à l'Aube de la Civilisation Occidentale*. Paris: Payot, 1983.

Mirko Grmek, com profunda erudição médica e literária, dominando o grego, utiliza fontes históricas e dados de paleopatologia. Estabelece o conceito de patocenose e procura definir a realidade patológica no mundo grego pré-histórico, arcaico e clássico. Grmek esteve na Fundação Oswaldo Cruz a convite de Paulo Gadelha, então diretor da Casa de Oswaldo Cruz, o que nos proporcionou excelentes momentos de discussão sobre a origem e evolução das doenças infecciosas.

1983 – CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia do Gênero* Trichuris *Roederer, 1768 com um Estudo Paleoepidemiológico sobre a Origem do* Trichuris trichiura *(Linn) na América (Nematoda: Trichuridae)*, 1983. Tese de Doutorado, Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Ulisses Confalonieri tratou em sua tese das origens do parasitismo por espécies do gênero *Trichuris* em humanos e animais e da dispersão da espécie que parasita humanos nas Américas, com uma discussão sobre sua introdução por mar em tempos pré-históricos, uma vez que os ovos do parasito não teriam resistido no solo quando da passagem dos hospedeiros migrantes da Sibéria até o Alasca.

1985 – REINHARD, K. J. *Recovery of Helminths from Prehistoric Feces: the cultural ecology of ancient parasitism,* 1985. Unpublished Master's thesis, Flagstaff, Arizona: Department of Biological Sciences, Northern Arizona University.

Karl Reinhard apresenta sua dissertação de mestrado, uma das primeiras a tratar de parasitos encontrados em coprólitos nos sítios arqueológicos norte-americanos.

1985 – HORNE, P. D. A review of the evidence of human endoparasitism in the pre-Columbian New World through the study of coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 12: 299-310, 1985.

Patrick Horne faz uma revisão sobre os estudos de paleoparasitologia nas Américas, usando a paleoparasitologia como palavra-chave no texto. Discute a questão levantada em nossos artigos sobre a introdução de parasitos humanos no Novo Mundo por caminhos alternativos à rota de Bering. Além de estudar coprólitos humanos, ele participou de diversas necropsias de corpos mumificados, inclusive do Menino do Cerro El Plomo, uma das múmias mais conhecidas do Chile, sempre estudando parasitos. Depois de muita troca de correspondências, só viemos a nos conhecer no congresso em Turim, em 2004. Faleceu em 2008, deixando contribuições fundamentais para a distribuição de parasitos em povos do passado, tanto no Novo Mundo como no Velho Mundo (Castro, 2008).

1986 – A Paleopathology Association, em seu 13º Encontro Anual em Albuquerque, Novo México, dedica uma sessão à paleoparasitologia.

Coordenada por Karl Reinhard, a sessão reúne pela primeira vez os especialistas no assunto. Ulisses Confalonieri representou nosso grupo, apresentando dois trabalhos: "Paleoparasitological research in Brazil: present status and perspectives" e "The origin and pre-historic dispersion of human trichuriasis in the New World".

1987 – REINHARD, K. J.; CONFALONIERI, U. E. C.; FERREIRA, L. F.; HERMANN, B. & ARAÚJO, A. Aspects of paleoparasitological technique: recovery of parasite eggs from coprolites and latrines. *Homo*, 37: 217-238, 1987.

Esse artigo faz uma revisão das técnicas usadas em paleoparasitologia. Discutem-se os métodos usados, concluindo sobre a necessidade de se aprofundar os estudos, principalmente quanto a uma melhor descrição morfológica e morfométrica dos ovos.

1988 – FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp/Fundação Oswaldo Cruz, 1988.

O livro, fazendo a apresentação dos estudos até então realizados pelos autores, traz um primeiro capítulo intitulado "A propósito de paleoparasitologia". Nele relatam-se as motivações e dificuldades no desenrolar dos estudos, a formação do grupo e as condições de trabalho. Seguem-se os seguintes capítulos: "Os achados em coprólitos", "Autopsiando múmias", "Disputas científicas", "Questões técnicas e metodológicas", "Interpretando resultados", e "Ensinando paleoparasitologia".

1988 – CHAME, M. *Estudo Comparativo de Fezes e Coprólitos Não Humanos da Região Arqueológica de São Raimundo Nonato, Sudeste do Piauí, Brasil*, 1988. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Marcia Chame estabelece em bases seguras a metodologia para relacionar o coprólito ao animal de onde se origina. Sua dissertação de mestrado teve por objetivo abrir os caminhos de diagnóstico morfológico e morfométrico de fezes de animais e a análise de seu conteúdo, macro e microscópico, para comparação com coprólitos.

1989 – BOUCHET, F. Étude parasitologique des coprolithes et des sédiments de trois ensembles clos médiévaux de la rue de Lutèce (Île de France) à Paris. *Revue d'Archéométrie*, 13: 13-21, 1989.

Françoise Bouchet inicia na França a publicação de seus trabalhos sobre parasitos em latrinas e sedimentos antigos. Cria o Laboratório de Paleoparasitologia na Universidade de Reims e constitui equipe de jovens pesquisadores, entre

eles Odile Loreille, Stéphanie Harter e Matthieu Le Bailly. Françoise Bouchet recebeu em seu laboratório nossos alunos de doutorado, Gino Chaves da Rocha e Marcelo Luiz Carvalho Gonçalves.

1991 – Fundação da Sociedade Brasileira de Paleopatologia

Reunião dos especialistas brasileiros para troca de ideias e desenvolvimento de trabalho integrado, como estímulo à formação de novos pesquisadores. Incorporação de Sheila Mendonça de Souza ao grupo de pesquisa em paleoparasitologia e paleopatologia. A Sociedade Brasileira de Paleopatologia foi criada como ramo da Paleopathology Association e sua primeira reunião ocorreu durante o congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira, no Rio de Janeiro. O primeiro evento científico deu-se na Escola Nacional de Saúde Pública (Fiocruz), em 1992, presidido por Marília Alvim e Luiz Fernando Ferreira, presidente à época. Foi marcada por memorável discussão sobre o significado de 'paleo' e 'arqueo', entre os participantes da mesa-redonda de abertura, entre os quais estavam Marília de Melo Alvim, Sheila Mendonça de Souza e Luiz Fernando Ferreira.

1993 – CAMPILLO, D. *Paleopatología: los primeros vestigios de la enfermedad*. 2 vols. Fundación Ulrico 1838, Barcelona, Espanha, 1993/1994. (Colección Historia de la Salud, 4, 5)

Domingo Campillo publica edição sobre paleopatologia em que traduz para uma linguagem acessível a interessados de áreas diversas o método e técnicas para estudos no passado. Menciona os coprólitos como fonte importante de estudos sobre as doenças infecciosas e mostra resultados nos diversos continentes.

1998 – AUFDERHEIDE, A. & RODRÍGUEZ-MARTÍN, C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

Arthur C. Aufderheide e Conrado Rodríguez-Martín publicam obra de consulta obrigatória para especialistas e estudantes da área. Essa enciclopédia traz o estado da arte e inclui todos os aspectos que envolvem a pesquisa sobre doenças no passado.

1997-1998 – DESOWITZ, R. *Who Gave Pinta to the Santa Maria? Tracking the devastating spread of the lethal tropical diseases into America*. Harvest Book, 1997/1998.

Robert S. Desowitz dá sequência a uma série de livros de divulgação da ciência em que se utiliza dos dados da paleoparasitologia para explicar as origens e evolução das doenças infecciosas. Comenta, em um capítulo, a questão da introdução da infecção por ancilostomídeos nas Américas e discute nossos artigos. É uma leitura fácil e agradável, recomendada para os leitores que queiram inteirar-se do assunto das origens e dispersão das doenças infecciosas, com excelente base teórica.

2001 – DITTMAR, K. *Untersuchungen zum Vorkommen von Ektoparasiten bei Domestizierten und wild Leben den Meerschweinchen* (Cavia spp.) *sowie an Präinkaischen Meerschweinchennmumien in Peru, Südamerika*, 2001. Tese de Doutorado, Leipzig: Universitat Leipzig.

Katharina Dittmar apresenta sua tese de doutorado na Faculdade de Veterinária da Universidade de Leipzig, Alemanha. Ela estudou ectoparasitos encontrados em corpos mumificados de animais que foram enterrados como acompanhamento funerário de humanos em período pré-colombiano. Katharina esteve, durante seu pós-doutorado, em nossos laboratórios, na Universidade de Nebraska e na Fundação Oswaldo Cruz, por alguns anos trabalhou na Universidade de Utah, Provo, e atualmente é professora na Universidade do Estado de Nova York, Búfalo.

2002 – IÑIGUEZ, A. M. *Diagnóstico Molecular de Enterobius vermicularis* (Linnaeus 1758) *em Populações Pré-históricas: análise da região intergênica dos genes ribossomal 5S RNA e do gene SL1RNA*, 2002. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz.

Em sua tese, Alena Mayo Iñiguez consolida a área da paleoparasitologia molecular na instituição, sendo uma das referências neste assunto. Esse trabalho dá continuidade ao que desenvolveu durante o mestrado, *Análise de DNA Ancestral para o Estudo de Infecções Parasitárias em Populações Pré-históricas*.

2003 – Edição do número especial das *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1, 2003. Disponível em <http://memorias.ioc.fiocruz.br/98sup/98sup.html>.

Esse foi o primeiro número especial de uma revista científica inteiramente dedicado à paleoparasitologia. Organizado por Ferreira, Reinhard, Bouchet e Araújo, contém artigos de diversos paleoparasitologistas, com apresentação de Claude Combes e Arthur Aufderheide.

2003 – AUFDERHEIDE, A. *The Scientific Study of Mummies*. Cambridge: United Kingdom at the University Press, 2003.

Art Aufderheide publica outro livro fundamental para a paleopatologia e a paleoparasitologia.

2004 – Primeiro Curso Internacional de Paleoparasitologia organizado e coordenado por Ricardo Guichón e Martín Fugassa, ministrado por Adauto Araújo, na Unidad de Enseñanza Universitaria Quequén, Universidad Nacional del Centro (Unicen) da Província de Buenos Aires, Argentina.

2005 – Primeira reunião da Paleopathology Association no Brasil (e na América do Sul), presidida por Sheila Mendonça de Souza, que também editou a publicação dos trabalhos apresentados na revista *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, em número especial 101, suplemento 2, de 2006. Disponível em <http://memorias.ioc.fiocruz.br/101(supII).html>.

2007 – AVANTIN, F. *Paleoparasitologie: contribution à l'étude des paléoenvironnements de sites pleistocenes et holocenes du littoral méditerranean français*. Oxford: David Brow Book Company, 2007.

Françoise Avantin faz de sua tese de doutorado o primeiro livro publicado na Europa sobre os achados de parasitos em material arqueológico. A autora trata de sítios específicos, mas o livro torna-se leitura obrigatória para arqueólogos e paleoparasitologistas, pela recomendação de cuidados para colher o material e técnicas empregadas em seu estudo.

2008 – FERREIRA, L. F.; REINHARD, K., & ARAÚJO, A. *Paleoparasitologia*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008. (Temas em Saúde)

Trata-se de uma edição de divulgação da ciência feita especialmente para despertar o interesse pela paleoparasitologia em jovens pesquisadores.

2008 – UJVARI, S. C. *A História da Humanidade Contada pelos Vírus, Bactérias, Parasitas e Outros Organismos*. São Paulo: Editora Contexto, 2008.

Stefan Ujvari já havia publicado um livro muito interessante em 2003, chamado *A História e suas Epidemias: a convivência do homem com os microrganismos* (Senac Rio), em que discute as doenças infecciosas e as adaptações parasito-hospedeiro. Nessa publicação mais recente, Stefan usa dados da paleoparasitologia para sustentar algumas

de suas teses. Infectologista do Hospital Alemão Oswaldo Cruz na cidade de São Paulo, é um dos que abriram o campo de estudos sobre as origens e evolução das infecções parasitárias no Brasil.

2009 – SORENSON, J. L. & JOHANNESSEN, C. L. *World Trade and Biological Exchanges before 1492*. New York: iUniverse, 2009.

John Sorenson e Carl Johannessen dão continuidade às argumentações e dados que vinham reunindo desde sua última publicação em 2004, sob a forma eletrônica, das evidências de migrações ou contactos transmarítimos entre povos asiáticos e americanos antes da chegada de europeus e africanos. Baseiam-se amplamente nos dados da paleoparasitologia, descritos por nosso grupo, sobre as evidências da ancilostomíase e tricuríase na América pré-colombiana, como também nos dados anteriores e argumentos de parasitologistas que nos antecederam, como Fred Soper, Samuel Darling, Harold Manter e Olympio da Fonseca, filho. Sorenson e Johannessen usam, além disso, os dados sobre plantas cultivadas, como a batata-doce e o milho, que teriam sido levados das Américas para a Ásia, em épocas anteriores às grandes navegações europeias.

2010 – Este livro. Novos paleoparasitologistas e novas ideias. Paramos as recordações por aqui, mas nada melhor, para finalizar, do que a presença dos alunos, a entusiasmar e estimular seus professores. Nossa homenagem aos estudantes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, J. D. & BRAZIL, R. P. Relationships of New World phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) based on fossil evidence. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 145-149, 2003.

ALLISON, M. J. *et al*. A case of hookworm infestation in a pre-Columbian American. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 103-106, 1974.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

BERNARD, J. *Le Sang et l'Histoire*. Paris: Buchet, Chastel, 1983.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A pre-historic diet revealed in coprolites. *The New Scientist*, 8: 35-37; 39-40, 1960.

CAMINHA, P. V. *Carta de Pero Vaz de Caminha* [1500]. São Paulo: Martin Claret, 2002.

CASTRO, M. Obituário Patrick Horne (1945–2008). *Chungará*, 40, n. esp.: 243-244, 2008.

COCKBURN, A. *The Evolution and Eradication of Infectious Diseases*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1963.

COIMBRA JR., C. E. A. & SANTOS, R. V. Paleoepidemiologia e epidemiologia de populações indígenas brasileiras: possibilidades de aproximação. *In*: ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. *Paleopatologia e Paleoepidemiologia*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1992.

DARLING, S. T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. *Parasitology*, 12: 217-233, 1921.

DEQUEKER, J. What can a rheumatologist learn from paintings? *Acta Reumatológica Portuguesa*, 31: 11-13, 2006.

DUNN, F. Natural infection in primates: helminths and problems in primate phylogeny, ecology, and behaviour. *Laboratory Animal Care*, 20(2): 383-388, 1970.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Subsídios para a paleoparasitologia do Brasil I. Parasitos encontrados em coprólitos no município de Unaí, MG. *In*: CONGRESSOS BRASILEIROS DE PARASITOLOGIA, IV, Campinas, 1979. Resumos... Campinas, 1979.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC, Ensp/Fiocruz, 1988.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Pré-históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar, 1972.

FREITAS, O. *Doenças Africanas no Brasil*. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1935. v. II. (Biblioteca Pedagógica Brasileira, Brasiliana, Série V)

FRY, G. F. *Analysis of Prehistoric Coprolites from Utah*. Salt Lake City: University of Utah, 1977. (Anthropological Papers, 97)

GRMEK, M. *Les Maladies à l'Aube de la Civilisation Occidentale*. Paris: Payot, 1983.

HOEPPLI, R. *Parasites and Parasitic Diseases in Early Medicine and Science*. Singapore: University of Malaya Press, 1959.

HORNE, P. D. A review of the evidence of human endoparasitism in the pre-Columbian New World through the study of coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 12: 299-310, 1985.

HUGOT, J. P.; REINHARD, K. & GARDNER, S. L. Human enterobiasis in evolution: origin, specificity and transmission. *Parasite*, 6: 201-208, 1999.

JONES, A. Human parasite remains: prospects for a quantitative approach. *In*: HALL, A. R. & KENWARD, H. L. *Environmental Archaeology in the Urban Context*. London: Council for British Archaeology, 1982. (Research Reports, 43)

NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, D. M. & MARQUES, R. C. *Uma História Brasileira das Doenças*. Rio de Janeiro: Mauad, 2006. v. 2.

PIKE, A.W. The recovery of parasite eggs from ancient cesspit and latrine deposits: an approach to the study of early parasite infections. *In*: BROTHWELL, D. & SANDISON, A. T. *Diseases in Antiquity*. Springfield: Charles C. Thomas, 1967.

POINAR Jr., G. *Triatoma dominicana* sp. n. (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), and *Trypanosoma antiquus* sp. n. (Stercoraria: Trypanosomatidae), the first fossil evidence of a triatomine-trypanosomatid vector association. *Vector Borne Zoonotic Diseases*, 5(1): 72-81, 2005.

POINAR Jr., G. & BOUCOT, A. J. Evidence of intestinal parasites of dinosaurs. *Parasitology*, 133(Pt 2): 245-249, 2006.

REINHARD, K. J. *Recovery of Helminths from Prehistoric Feces: the cultural ecology of ancient parasitism*, 1985. Unpublished Master's Thesis, Flagstaff: Department of Biological Sciences, Northern Arizona University.

RODRIGUES, A. D. Evidências linguísticas da antiguidade do piolho e de outros parasitas do homem na Amazônia. *Revista de Estudos e Pesquisas*, 2: 89-97, 2005.

RUFFER, M. A. Note on the presence of 'Bilharzia haematobia' eggs in Egyptian mummies of the Twentieth Dinasty (1250–1000 B.C.). *British Medical Journal*, 1(2.557): 16, 1910.

SALZANO, F. Parasitic load in South American tribal populations. In: SWEDLUND, A. C. & ARMELAGOS, G. J. (Orgs.). *Disease in Populations in Transition*. *Anthropological and Epidemiological Perspectives*. New York: Bergin and Garvey, 1990.

SAMUELS, R. Parasitological study of long-dried fecal samples. *In*: OSBORNE, D. & KATZ, B. S. Contributions to the Wetherill Mesa Archaeological Project. *Memoirs of the Society for the American Archaeology*, 19: 175-179, 1965.

SOPER, F.L. The report of a nearly pure *Ancylostoma duodenale* infestation in native South American Indians and a discussion of its ethnological significance. *American Journal of Hygiene*, 7: 174-184, 1927.

SOUSA, G. S. *Notícia do Brasil: comentários e notas de Varnhagen, Pirajá da Silva e Edelweiss* [1587]. São Paulo: MEC, 1974.

SOUZA, S. M.; DE CARVALHO, D. M. & LESSA, A. Paleoepidemiology: is there a case to answer? *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 21-27, 2003.

SZIDAT, L. On the preservation of helminth eggs in pre and early historical bog corpses. *Zeitschrift fur Parasitenkunde*, 13(3): 265-274, 1944.

TAYLOR, E. L. Parasitic helminths in mediaeval remains. *Veterinary Record*, 67(12): 216-218, 1955.

WELLS, C. *Bones, Bodies, and Disease*. London: Thames & Hudson, 1964.

2

A Conservação de Material Orgânico através dos Tempos

Luiz Fernando Ferreira

Neste capítulo não se pretende fazer uma revisão completa sobre o tema da mumificação ao longo dos tempos, nem mesmo uma revisão sobre os processos que levaram à conservação de vestígios orgânicos nos quais foi possível encontrar parasitos. Trata-se apenas de uma apresentação sobre as formas em que o encontro de parasitos pode se dar, no sentido de alertar os parasitologistas para as possibilidades de pesquisar parasitos e seus remanescentes, assim como lembrar aos colegas arqueólogos a importância da preservação de qualquer material encontrado: qualquer poeira descartada, aderências ou concreções nos ossos, especialmente os da pelve e adjacências, louças e outros utensílios, entre outros materiais, podem conter vestígios de parasitos (Fugassa, 2006).

Os estudos pioneiros de múmias tiveram início com os trabalhos feitos por Grafton Elliot Smith (anatomia), Armand Ruffer (parasitologia e histologia), Alfred Lucas (química), Thomas Pettigrew (histórico de estudos sobre múmias) e Warren Royal Dawson (cirurgia) no Egito, em fins do século XIX e início do século XX (Peck, 1998). Nos dias atuais, os estudos sobre múmias foram retomados com êxito, liderados por Aidan Cockburn, ao publicar duas edições de seu livro *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*, organizado com sua esposa Eve Cockburn e seu colega Theodore A. Reyman (Cockburn & Cockburn, 1980; Cockburn, Cockburn & Reyman, 1998), e, mais tarde, por Arthur Aufderheide (Aufderheide & Rodrigues-Martín, 1998). Ambos trazem o essencial sobre o estudo de múmias, seus parasitos e suas doenças, e são indispensáveis para quem quer se iniciar nas pesquisas sobre o assunto (Figuras 1 e 2).

O tema despertou de tal forma o interesse dos cientistas que se organizou o primeiro congresso internacional de estudos sobre múmias, coordenado por Conrado Rodríguez-Martín em Santa Cruz de Tenerife, Ilhas Canárias (Espanha), em fevereiro de 1992. A partir de então, o grupo reúne-se regularmente, com participação crescente de pesquisadores das mais diversas áreas (Atoche Peña, Rodríguez-Martin & Ramírez Rodríguez, 2008).

Aidan Cockburn assim define 'múmia':

> Hoje o termo múmia compreende qualquer corpo morto preservado. Encontram-se múmias, em sua maioria, em locais secos, como as areias do deserto ou cavernas secas, onde a dessecação se deu rapidamente, fazendo o que os egípcios faziam artificialmente. O procedimento básico em qualquer processo é o mesmo: a água é extraída rapidamente dos tecidos. (Cockburn, Cockburn & Reyman, 1998: 1)

A preservação intencional ou natural ocorreu em diversas partes do mundo, por onde as diferentes culturas estabeleceram-se e se desenvolveram. Em que pesem as diferentes técnicas de mumificação, seja entre os Chinchorro da América do Sul (Arriaza, 1995), ou na África, no Egito e Sudão (Aufderheide, 2003), o efeito do clima proporcionou condições para que vestígios orgânicos, inclusive corpos completamente conservados, sejam encontrados em diversas situações. Por exemplo, a preservação pode dar-se naturalmente pelo frio nos altiplanos andinos ou no Ártico; nos pântanos do nordeste da Europa, o pH e umidade, ao contrário das condições do deserto, conservaram corpos humanos e de animais, os chamados *bog bodies*, sem qualquer artifício ou técnica elaborada (Brothwell & Sandison, 1967).

Podem-se, portanto, considerar os processos decorrentes de técnicas desenvolvidas por grupos culturais, na maioria das vezes em função de valores religiosos, e as mumificações naturais decorrentes de condições climáticas favoráveis. Referências a processos de mumificação são encontradas em documentos antigos. Assim, na *Bíblia*, pode-se ler nos primeiros versículos do livro do Gênesis, no Velho Testamento:

> em seguida José deu ordem aos médicos que estavam a seu serviço de embalsamar seu pai, e os médicos embalsamaram Israel. 3 isto durou 40 dias, pois é a duração do embalsamento. (...) 26 José morreu com a idade de cento e dez anos; embalsamaram-no e foi posto num sarcófago, no Egito.

Entre os clássicos antigos, Heródoto e Diodorus Siculus referem-se às múmias. O primeiro nasceu em Helicarnaso, em 480 a.C., de origem dória e de família ilustre. Em seu livro, descreve as técnicas de embalsamamento, a organização dos serviços médicos, a importância da especialização, e uma série de outras considerações sobre saúde e doença. O segundo nasceu em Agyrium, na Sicília. Passou muitos anos no Egito. Sua obra é uma história universal. Ferreira, Reinhard e Araújo (2008) transcrevem a parte de seu livro com a descrição das técnicas de embalsamamento, mostrando os diferentes tipos usados no Egito antigo, adequados aos recursos financeiros de cada cliente. Mostram que as técnicas variaram também no tempo, utilizando-se o método do erro-acerto.

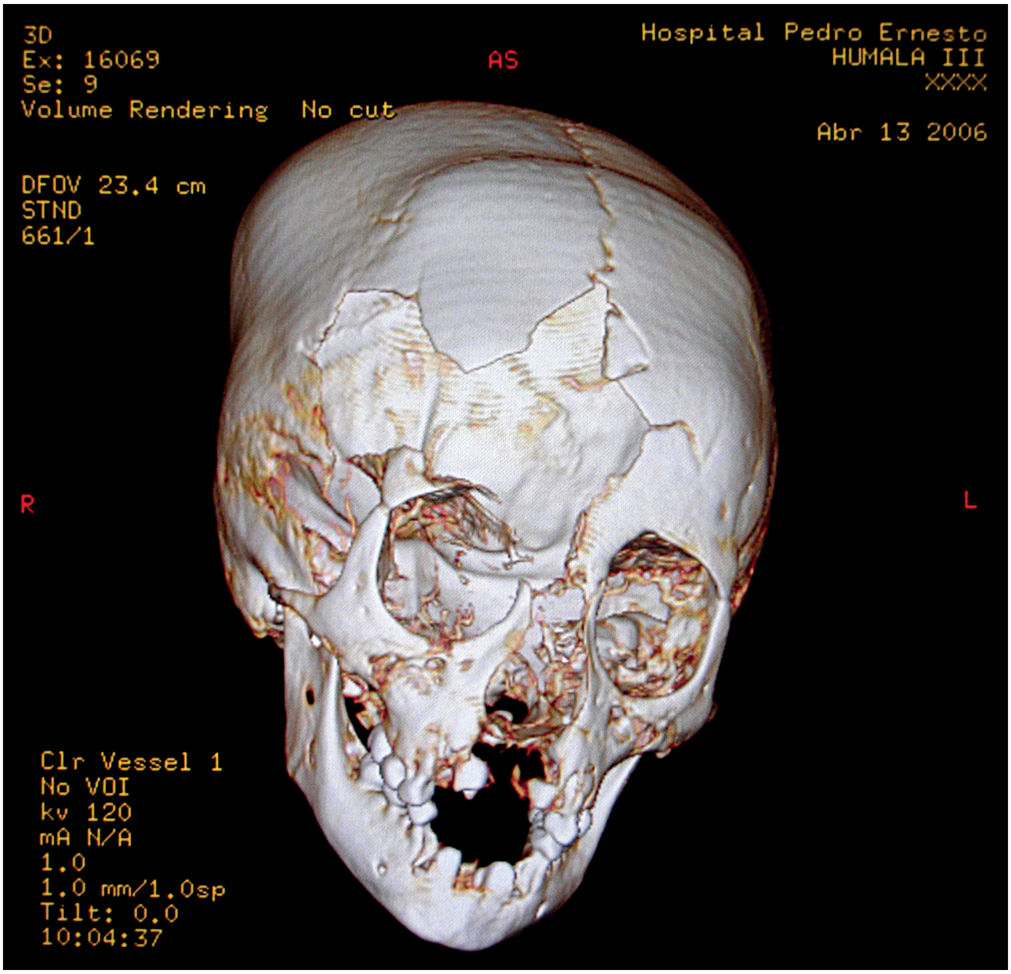
Como descreve Heródoto, o processo, caro na sua forma mais requintada, teve de ser simplificado para a prática se estender além da nobreza, para as classes menos abastadas: o conhecido processo de diminuir custos para ampliar o mercado.

Figura 1 – Caixão de madeira decorado de Sha-Amun-em-su contendo a múmia daquela cantora do templo de Amon, em Tebas. Este objeto vem sendo estudado por meio de tomografias e outras técnicas



Acervo Museu Nacional do Rio de Janeiro. Foto A. Brancaglion e S. M. Souza.

Figura 2 – Reconstrução tridimensional tomográfica de cabeça de criança recuperada em tumba do Titicaca, Bolívia, provável etnia Aymara, mostrando fratura fatal e modificação intencional do crânio



Acervo Museu Nacional do Rio de Janeiro. Foto S. M. Souza.

Nas Américas, embora menos conhecidas, há múmias preservadas após preparo especial. As múmias Chinchorro, cultura do deserto de Atacama, são as mais antigas de que se tem registro. O ambiente em que viviam os Chinchorro era e é ainda muito seco, ao longo do deserto de Atacama, ao norte do Chile e sul do Peru.

Existem centenas de sítios arqueológicos na região andina, sendo comum o encontro de seus vestígios ao se caminhar pelas areias do deserto (Figura 3). Os antigos habitantes pré-ceramistas viviam da pesca, da coleta e da caça, obtendo a maior parte dos alimentos do oceano. Segundo Bernardo Arriaza, pesquisador especialista nessa cultura (Arriaza, 1995), os Chinchorro preparavam os corpos de maneira distinta, sugerindo diferenças sociais entre os indivíduos, como no Egito. Ao lado de mumificações naturais, encontram-se corpos em que se retiravam vísceras e musculatura, substituídas por artefatos de palha e madeira, pintados em cores distintas e cobertos por máscaras de argila.

Figura 3 – Deserto de Atacama, norte do Chile. Restos mumificados preservados no deserto



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Figura 4 – Corpo mumificado Chinchorro



Acervo Museu Arqueológico de San Miguel de Azapa, Arica, Chile. www.uta.cl/masma/, página organizada por Bernardo Arriaza.

Na Europa, são conhecidos os campos de turfeiras, lugares pantanosos em que o pH é baixo, ácido, o ambiente anaeróbico, ajudando a preservar os restos orgânicos de maneira espetacular. São muitos os exemplos, mostrados em detalhe por Cockburn, Cockburn e Reyman (1998), Aufderheide e Rodrigues-Martín (1998) e Aufderheide (2003). Alguns desses corpos guardam a fisionomia e expressão dos indivíduos, sem que tenha havido qualquer intenção de preservá-las. Muito pelo contrário, muitos foram sacrificados e os corpos, atirados nos pântanos. Como em outras regiões, na Europa encontraram-se corpos preservados pelo frio intenso, como o conhecido Homem do Gelo, chamado Ötzi, que proporcionou diversos estudos em várias áreas (Rollo *et al.*, 2002).

Ainda na América do Sul, do outro lado da cordilheira dos Andes, não se usava embalsamar os mortos. As práticas funerárias variavam muito, mas predominavam aquelas em que se buscava libertar o espírito do corpo. Usavam-se diversas maneiras para isso, como a cremação e enterramentos secundários, em que os defuntos eram enterrados e depois seus restos, predominantemente os ossos, eram removidos para urnas ou para o solo, diretamente.

Entretanto, novamente o clima, principalmente pela aridez em certas regiões, levou à rápida dessecação de corpos, impedindo a putrefação consequente à ação de microrganismos. Ferreira, Reinhard e Araújo (2008) transcrevem passagem do livro *Os Sertões*, de Euclides da Cunha (1902), em que o autor descreve o encontro dos corpos mumificados de um soldado e seu cavalo, mortos durante a Guerra de Canudos em fins do século XX no sertão da Bahia, nordeste do Brasil.

No acervo do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, encontram-se exemplos de corpos mumificados naturalmente. Alguns foram estudados por especialistas (Beltrão & Lima, 1986) (Figura 5). Embora com partes bem conservadas, a cavidade abdominal foi parcialmente destruída pela putrefação bacteriana, mas encontraram-se ácaros ainda identificáveis morfologicamente (Araújo *et al.*, 1986).

Figura 5 – Necropsia de corpo mumificado no Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, organizada por Maria Beltrão e Tânia Andrade Lima



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Outros corpos foram encontrados em situações particulares, como os que estavam na igreja da cidade de Itacambira, norte de Minas Gerais, outra região árida o suficiente para conservar matéria orgânica em boas condições (Figura 6). Os corpos foram retirados do adro da igreja, quando esta foi reformada cerca de trezentos anos após sua construção, no século XVII. Durante a reforma, no início do século XX, ao se encontrarem os corpos, o padre à época decidiu colocá-los no porão da igreja, onde foram destruídos com o tempo. Porém, alguns foram retirados e preservados por pessoas locais ou das cidades vizinhas, o que permitiu estudos de paleopatologia e paleoparasitologia (Ferreira *et al.*, 1984).

Figura 6 – Corpo de criança naturalmente mumificado. Itacambira, Minas Gerais, período colonial brasileiro



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

A matéria orgânica pode, assim, ser preservada em diversas situações e por diferentes maneiras. Nos sítios arqueológicos, encontra-se o material mais bem estudado para a presença de parasitos, as fezes preservadas por dessecação ou outro processo de preservação, chamadas coprólitos.

'Coprólito' vem do grego κοπρος, que significa fezes, e λιθος, pedra. Refere-se, portanto, a fezes endurecidas, pétreas. Dado o tempo de permanência no ambiente, bem como as condições do solo e clima, os coprólitos podem se apresentar simplesmente desidratados pela rápida perda de água, ou mineralizados, quando a matéria orgânica foi substituída por minerais, moldando-a.

Quando retirados de corpos humanos ou de animais, já se pode ter o diagnóstico do hospedeiro, o que facilita a identificação do parasito (Figura 7). Na maioria das vezes, porém, o coprólito é encontrado solto em meio à escavação. Nesse caso, é necessário que se proceda a uma série de exames até que seja possível sua identificação. Outras vezes encontram-se acumulados em depósitos, naturais ou estruturas preparadas para isso, como latrinas medievais ou as usadas pelos Pueblos Ancestrais, nos Estados Unidos. Podem estar dispersos ou misturados a

restos orgânicos, e quanto mais estiverem fora de uma associação com um possível animal que o teria originado, mais difícil se torna seu diagnóstico zoológico.

Figura 7 – Múmia de gato de origem egípcia. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Nas latrinas e em outros depósitos, os coprólitos podem se encontrar misturados em uma massa amorfa, compondo-se de várias camadas ao longo do tempo. Em alguns casos, foi possível estudar mudanças no perfil de parasitismo em momentos sucessivos de ocupação do sítio arqueológico (Reinhard, 1988; Le Bailly *et al.*, 2007).

As latrinas na Europa foram estudadas por Reinhard e colaboradores (1986), mostrando a diversidade de achados e estudos quantitativos para ovos de helmintos encontrados nesse tipo de depósito. A conservação de coprólitos e de ovos de helmintos foi também discutida por Jones (1982), ao estudar material de sedimentos arqueológicos de York, costa da Inglaterra. No caso, tanto coprólitos como os ovos estavam com concreções mineralizadas, tendo sido necessário usar técnicas apropriadas, com emprego de ácido clorídrico, para dissociar o material.

Há também coprólitos encontrados por paleontólogos, o que significa, em geral, material bem mais antigo. Em coprólitos de hiena (Figura 8) de uma espécie extinta da Itália, datados de um 1,5 milhão de anos, pode-se reconhecer um helminto nematoide, mas o diagnóstico específico não foi possível: tratava-se de um parasito extinto em hospedeiro extinto (Ferreira, Araújo & Duarte, 1993). O máximo que se pode fazer são aproximações quanto ao grupo de parasitos envolvidos e, talvez, em futuro próximo, estudos filogenéticos.

As condições climáticas de preservação para os coprólitos, como nos corpos mumificados, variam de acordo com diversas situações por efeito de ressecamento, frio, acidez ou pH básico ambiente, o que não impede que se recuperem parasitos nas situações mais opostas, de frio ou calor extremo.

Figura 8 – Coprólitos de hiena, Itália, datados de 1,5 milhão de anos



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Esses aspectos foram revistos por Bouchet, Harter e Le Bailly (2003), que discutem as maneiras com que restos orgânicos permaneceram reconhecíveis por anos, se utilizadas as técnicas adequadas, permitindo estudos os mais diversos na atualidade. Os processos de preservação são os mesmos que ocorreram com os corpos mumificados, diferindo apenas de acordo com as condições de clima e situações culturais (Ferreira, Reinhard, Araújo & 2008). Os coprólitos variam desde aqueles mantidos reconhecíveis morfologicamente, mergulhados em ambiente úmido e mesmo imersos em água, como nos campos de turfeiras ou em ambientes anaeróbicos, até aqueles completamente dessecados, como no deserto de Atacama, ou expostos ao clima árido e tempestuoso da Patagônia austral. De um extremo a outro, nada impede que se desenvolvam as investigações paleoparasitológicas, como bem demonstram os estudos de Bouchet, Harter e Le Bailly (2003) e Fugassa e colaboradores (2006).

Evidentemente que as culturas que ocuparam as diferentes partes do globo distinguiram-se entre si. Muitas deixaram resquícios de forma inadvertida. Outras usaram artefatos que permitiram a conservação das fezes por conta da construção de privadas ou depósitos destinados a rejeitos. Artefatos diversos, especialmente na Europa e na América colonial, podem guardar parasitos ou vestígios interessantes. Fica um alerta especial para os arqueólogos: recolher o material, mas não limpá-lo antes da pesquisa de parasitos ou do exame de material genético. Louças diversas, inclusive as usadas para higiene, são importante fonte de material para estudo (Lima, 1996), assim como ossos, ainda que guardados em museus por muito tempo, como bem mostraram Fugassa e colaboradores (2007).

Tão importante quanto o encontro de formas parasitárias, como esporos de fungos, bactérias, cápsulas de vírus, cistos de protozoários, ovos ou larvas de helmintos, ou qualquer outra forma do ciclo de vida de parasitos, são as sequências de material genético que podem ser recuperadas pelas técnicas moleculares. Nunca é demais lembrar que se trata de material muito especial, sendo que já se comprovou que o ácido desoxirribonucleico (ADN) mantém-se melhor nas condições de terreno, isto é, nos sítios de origem, do que nos acervos de museus ou outras instituições (Pruvost *et al.*, 2007).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. *et al.* Exame parasitológico: mumificações naturais na pré-história brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*. Série Antropologia, 1: 32-33, 1986.

ARRIAZA, B. *Beyond Death: the Chinchorro mummies of ancient Chile*. Washington: Smithsonian Institute Press, 1995.

ATOCHE PEÑA, P.; RODRIGUEZ-MARTÍN, C. & RAMÍREZ RODRÍGUEZ, A. Mummies and science: world mummies research. *In*: VI WORLD CONGRESS ON MUMMY STUDIES, Teguise, Lanzarote, February 20th to 24th 2007. *Proceedings*... Academia Canaria de la Historia, Islas Canarias, Santa Cruz de Tenerife, 2008.

AUFDERHEIDE, A. C. *The Scientific Study of Mummies*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

AUFDERHEIDE, A. C. & RODRIGUES-MARTÍN, C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BELTRÃO, M. C. M. C. & LIMA, T. A. Mumificações naturais na pré-história brasileira: um estudo de caso. *Revista de Arqueologia*, 3: 3-36, 1986.

BROTHWELL, D. & SANDISON, A.T. *Diseases in Antiquity*. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas Publisher, 1967.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & Le BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitological research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-101, 2003.

COCKBURN, A. & COCKBURN, E. *Mummies, Diseases and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

COCKBURN, T. A.; COCKBURN, E. & REYMAN, T. A. *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & DUARTE, A. N. Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and middle Pleistocene sites, central Italy. *The Journal of Parasitology*, 79(3): 440-442, 1993.

FERREIRA, L. F.; REINHARD, K. & ARAÚJO, A. *Paleoparasitologia*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

FERREIRA, L. F. *et al.* Enterobius vermicularis eggs in precolumbian human coprolites from Chile. *Paleopathology Newsletter*, 46: 4-5, 1984.

FUGASSA, M. *Enteroparasitosis en Poblaciones Cazadoras-Recolectoras de Patagonia Austral*, 2006. Tese de Doutorado, Mar del Plata: Departamento de Biologia, Universidade Nacional de Mar del Plata.

FUGASSA, M. H. *et al*. Paleoparasitological records in a canid coprolite from Patagonia, Argentina. *The Journal of Parasitology*, 92: 1.110-1.113, 2006.

FUGASSA, M. H. *et al*. Nuevas fuentes de evidência para la paleoparasitología y la antropoligía biológica en Patagonia. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 9: 51-57, 2007.

JONES, A. Human parasite remains: prospects for a quantitative approach. *In*: HALL, A. R. & KENWARD, H. L. *Environmental Archaeology in the Urban Context*, Council for British Archaeology, 1982. (Research Report, 43)

LE BAILLY, M. *et al.* Crise économique au Néolithique à la transition Pfyn-Horgen (3400 BC): contribution de la paléoparasitologie. *Anthropozoologica,* 42(2): 175-185, 2007.

LIMA, T. A. Pratos e mais pratos: louças domésticas, divisões culturais e limites sociais no Rio de Janeiro, século XIX. *Anais do Museu Paulista, História e Cultura Material* (Nova Série), São Paulo, 3: 129-191, 1996.

PECK, W. M. Mummies of ancient Egypt. *In*: COCKBURN, T. A.; COCKBURN, E. & REYMAN, T. A. *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

PRUVOST, M. *et al.* Freshly excavated fossil bones are best for amplification of ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 104: 739-744, 2007.

REINHARD, K. J. Cultural ecology of prehistoric parasitism on the Colorado Plateau as evidenced by coprology. *American Journal of Physical Anthropology*, 77: 355-366, 1988.

REINHARD, K. *et al.* Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitological technique. *Homo*, 37: 217-239, 1986.

ROLLO, F. *et al.* Otzi's last meals: DNA analysis of the intestinal content of the Neolithic glacier mummy from the Alps. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(20): 12.594-12.599, 2002.

3

A Paleopatologia no Brasil:
crânios, parasitos e doenças do passado

Sheila Mendonça de Souza

A paleopatologia no Brasil, como em tantos outros países, deve ser compreendida dentro de um cenário que sofreu grandes transformações. Tem parte de suas raízes nos estudos classificatórios dos crânios humanos, mas cresceu até formular modelos explicativos para o povoamento ou as condições de vida humana, com base nos sinais de doenças do passado. Relaciona-se ao estudo da variabilidade morfológica normal, mas é modulada pela antropologia e pela arqueologia, podendo ser ligada à medicina em diferentes momentos.

Como um campo híbrido, interdisciplinar, multidisciplinar, transdisciplinar, a paleopatologia compartilha estudos médicos e arqueológicos. Entre crânios, parasitos e sinais de doenças antigas, ainda hoje mostra os sinais da separação entre as disciplinas, ou do uso não integrado das áreas do conhecimento. As consequências de uma história pouco linear têm a ver com a sua própria natureza, mas também com a sucessão de fatos, condições sociais e acadêmicas que contextualizam as primeiras investigações, descobertas e, é claro, a formação profissional no Brasil. Nas últimas décadas, a paleopatologia norte-americana tornou-se o cerne da bioarqueologia, e o Brasil vem seguindo esses passos.

Bioarqueologia é um conceito relativamente novo. Esse é o nome atualmente usado para o campo de pesquisas em que se estudam os remanescentes de corpos humanos arqueológicos. Ao contrário do que ocorria anteriormente, esse termo não é mais aplicado de maneira genérica ao estudo de todos os remanescentes biológicos em um sítio arqueológico. Com a bioarqueologia, busca-se contar a história das doenças relacionando-as aos estilos de vida, comportamentos humanos e origens dos grupos do passado (Larsen, 1997).

Uma das características inovadoras da bioarqueologia é que, deixando os limites dos laboratórios, seu trabalho começa em campo, nas escavações arqueológicas. Até meados do século XX, o estudo de remanescentes humanos arqueológicos era principalmente dedicado à questão racial e às tentativas de classificação tipológica e evolutiva. Após os anos 1970, o desenvolvimento dos enfoques que utilizam a saúde como indicador biocultural ganhou destaque, tornando-a um dos carros-chefe dos estudos de remanescentes humanos. O conceito de bioarqueologia, hoje, apoia-se centralmente nas possibilidades oferecidas pela paleopatologia.

Mas a história da bioarqueologia e, é claro, também da paleopatologia, no Brasil, não pode ser dissociada de um cenário mundial. Nesse aspecto, chama atenção a relativa independência no desenvolvimento dos campos científicos da antropologia e da paleopatologia.

Desdobrando-se a partir da então recém-inventada anatomia patológica, a paleopatologia precedeu a antropologia, relacionando-se com a emergência da medicina científica moderna. No século XVIII, morfologistas, ansiosos por novas possibilidades de demonstrar o poder de suas ferramentas, exploravam o normal e o patológico (Canguilhem, 1990), identificando lesões e anomalias. Se só muito recentemente passou a ser propósito humano diagnosticar patologias, os conceitos de patologia e doença são mutantes e, como tal, as disciplinas que os estudam (Carvalho, 1996). Assim, a paleopatologia, embora nascida da patologia científica, também mudou.

Uma das primeiras publicações de que se tem notícia na literatura é a de Johann Friedrich Esper, que, em 1774, descreveu a fratura na pelve de um mamífero fóssil do Pleistoceno. Naquele momento, a paleopatologia ainda estava praticamente restrita ao estudo de animais extintos. No século XIX, os pais da patologia médica, como Rudolf Virchow, começaram a explorar as possibilidades diagnósticas nos achados arqueológicos, provando que sua novíssima ciência era tão poderosa que seria capaz de diagnosticar até em seres do passado. Antes que a antropologia superasse os olhares taxionômicos ou evolutivos, os médicos já aplicavam técnicas como a radiologia e a histologia para estudar múmias e ossos preservados pela fossilização, ou pela habilidade dos embalsamadores.

A paleopatologia no Brasil começou no século XIX, como em muitos outros países, mas ao contrário de outros teve lenta acumulação profissional e esteve sempre muito ligada à área médica (Souza & Guichon, no prelo). A escassez de pesquisadores e professores dedicados ao tema certamente contribuiu para retardar a produção científica, tornando a história deste campo de estudos no país longa e gradual. Nas últimas décadas, no entanto, testemunhou-se a multiplicação de pesquisadores e instituições interessados em paleopatologia e bioarqueologia, bem como uma crescente internacionalização da produção científica. Aliados ao pioneirismo em campos como a paleoparasitologia e ao crescimento acelerado de nosso corpo acadêmico, esses fatos conduziram o país a uma posição de destaque na América, tornando a paleopatologia no Brasil uma disciplina em franco desenvolvimento.

Embora, por um século, o estudo brasileiro dos remanescentes de corpos humanos arqueológicos tenha sido feito basicamente no âmbito da antropologia física, durante as cinco últimas décadas os estudos de história e pré-história foram substancialmente enriquecidos com conhecimentos que associam saúde, estilos de vida e ambiente. Apesar de se desenvolver tardiamente como campo de pesquisas, a paleopatologia no Brasil saltou a longa etapa patográfica, a qual constitui principalmente o segundo período da história da paleopatologia (Jarcho, 1966; Buikstra & Cook, 1980).

Ao ressurgir com força na década de 1970, a paleopatologia brasileira recebe a influência do terceiro período da produção científica na área, voltando-se para abordagens mais populacionais e ao mesmo tempo mais antropológicas, apesar de manter raízes na medicina. Influenciada pelos caminhos apontados a partir da década de 1960 por Lawrence Angel (Buikstra, 1990), a paleopatologia no Brasil orienta-se fortemente para a paleoepidemiologia.

No Brasil, temas clássicos em paleopatologia, como a sífilis, a tuberculose ou as trepanações cranianas foram pouco explorados, provavelmente em consequência da natureza dos acervos brasileiros. A formação de pesquisadores pela escola paleoepidemiológica, representada por Della Cook, e a grande proximidade com a área da saúde coletiva contribuíram para perspectivas cada vez mais populacionais sobre a saúde dos grupos passados.

Esta é apenas uma história curta sobre quem, quando e como faz paleopatologia no Brasil. Aqui também é homenageada a memória de alguns quase esquecidos, pelas suas contribuições à área.

NO PRINCÍPIO ERA A ANTROPOLOGIA FÍSICA

A antropologia física no Brasil parece ter começado como ciência no Rio de Janeiro em meados do século XIX (Faria, 2000). Sua motivação parece ter sido o achado dos primeiros remanescentes humanos contemporâneos da fauna pleistocênica extinta, achados em Minas Gerais. Aqueles ossos mineralizados estão entre os primeiros encontrados em todo o mundo, após o Neandertal de Lazareto, França, em 1826. O achado de homens tão antigos, em um período em que ainda prevaleciam ideias criacionistas, teve grande impacto na comunidade científica.

De acordo com Alfredo Mendonça de Souza (Souza, 1991), apesar da publicação de descrições dos crânios de Lagoa Santa, os estudos antropológicos sistemáticos só teriam começado na segunda metade do século XIX, com a finalidade de explicar as diferenças entre os homens da chamada 'raça' de Lagoa Santa e os construtores de sambaquis (Lacerda, 1885).

A descoberta desses primeiros achados arqueológicos humanos no Brasil deveu-se ao naturalista Peter Wilhelm Lund, que esteve no Brasil entre 1824 e 1829, financiado pelo rei da Dinamarca. Depois de escavar e estudar amplamente a fauna fóssil das cavernas calcárias de Lagoa Santa, Minas Gerais, Lund enviou sua coleção para o Museu de História Natural de Copenhague, encerrando sua missão científica. Apaixonado pelo país, em 1834 mudou-se definitivamente para o Brasil, onde veio a falecer muitos anos depois. Em 1840 ele descreveu em *Memórias* (Lund, 1950) os ossos humanos da Lapa do Sumidouro (MG). Os crânios chamaram a sua atenção pela forma menos mongolizada que a de outros nativos americanos e suscitaram imediatamente primeiros debates sobre o povoamento da América (Souza *et al.*, 2006).

Sintonizado com o que já se fazia na Europa, Peter Lund observou alguns aspectos paleopatológicos, ressaltando o intenso desgaste dos dentes, a perda dentária em vida, e sinais de supostas fraturas no crânio. Esses aspectos foram usados como argumentos para se defender a avaliação de que se tratava de material antigo, o qual representaria um grupo com modo de vida muito primitivo (Lund, 1950). Esses provavelmente foram os primeiros relatos paleopatológicos para um material brasileiro. Para discutir esses achados, foram consultados especialistas internacionais, entre eles Rudolf Virchow, que havia publicado sua primeira notícia sobre paleopatologia em 1856. Nesse período haviam começado os estudos paleopatológicos humanos, dando início à segunda fase da história geral da paleopatologia (Armelagos, Mielki & Winter, 1971).

No Brasil, nos anos que se seguiram, os estudos de craniologia e craniometria ainda eram os focos principais do interesse antropológico. De acordo com Luiz de Castro Faria (Faria, 2000), pode-se situar a primeira fase dos estudos antropológicos no Brasil entre 1860 e 1910. Grupos de pesquisa começaram a ser organizados, estimulando a pesquisa arqueológica e antropológica, e os contatos com a Europa foram determinantes para o Brasil, do ponto de vista tanto teórico-metodológico como ideológico. Mas a saúde ainda não seria uma questão de destaque, tal como na América do Norte, onde Ales Hrsdlicka, apesar de ter publicado em paleopatologia, priorizava os estudos evolutivos (Buikstra & Beck, 2006). A despeito do fato de os primeiros antropólogos físicos brasileiros terem sido também médicos e anatomistas, havia pouco interesse em doenças e maior motivação para os estudos evolutivos (Souza, Codinha & Cunha, 2006).

Na segunda metade do século XIX, o Museu Real, criado no Rio de Janeiro pelo príncipe regente dom João VI, era mantido e melhorado por seu neto, o imperador Pedro II. Academia e autoridades já reconheciam a importância científica da antropologia, tendo o imperador admitido, a serviço do museu, os primeiros antropólogos. Geólogo e egiptólogo amador, Pedro II era apaixonado pela arqueologia e apoiava as pesquisas antropológicas, promovendo as coleções e seu estudo. Orgulhoso do país tropical que governava, fez questão de levar pela primeira vez à Europa uma exposição de belas cerâmicas arqueológicas marajoaras e tapajônicas. Foi nesse contexto que os estudos antropológicos foram estimulados.

Embora o museu não tenha sido a instituição brasileira que apoiou Lund em seu trabalho, lá foram criadas as condições para que a antropologia física florescesse. Desse modo, e ao contrário do que ocorreu em outros países, o estudo dos remanescentes humanos antigos no Brasil reporta-se não apenas a um nome seminal, mas a uma instituição pública que formalmente estimulou tais estudos, conseguindo pessoas adequadas para esse projeto. Ladislau Neto, arqueólogo, primeiro diretor do museu, dirigia e promovia a pesquisa na área, e sob seu comando foi realizada a primeira Exposição Antropológica no Brasil.

O primeiro antropólogo físico no Museu Nacional foi João Baptista de Lacerda, que também era médico. Ele foi encarregado da Secção de Antropologia, Zoologia Geral e Aplicada, Anatomia Comparada e Paleontologia Animal do museu a partir de 1870, dirigindo um laboratório de fisiologia experimental, onde se fazia na época a ciência da antropologia física. Foi o primeiro brasileiro a descrever os crânios de Lagoa Santa e a propor a hipótese de que os índios atuais seriam seus descendentes. Lacerda deu pouca atenção aos aspectos patológicos dos crânios, mas seus estudos métricos evolutivos foram importantes. Publicou, entre outros, *Documentos para Servir à História do Homem Fóssil do Brasil,* em 1875, em *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, e também lecionou no primeiro curso de Antropologia Física no Brasil, em 1877 (Faria, 2000).

João Rodrigues Peixoto foi assistente de João Baptista de Lacerda. Apesar de seu interesse em investigar as diferenças entre os crânios dos construtores de sambaquis e de indígenas contemporâneos denominados genericamente botocudos, também não investiu maior atenção aos aspectos da saúde. Os botocudos eram considerados extremamente primitivos e estereotipados como pouco dóceis, servindo de parâmetro morfológico de primitivismo.

Executando técnicas craniométricas e cranioscópicas vigentes na Alemanha e na França e equipados com instrumentos importados, os antropólogos do Museu Nacional trabalharam esses materiais. Classificando crânios, tentavam achar a posição de cada grupo, ou indivíduo, no cenário evolutivo. Apesar de ainda manifestarem pouco interesse pelos estudos de paleopatologia, investiram na constituição de coleções representadas por materiais nacionais e internacionais, assegurando a diversidade de um acervo que ainda hoje é objeto de estudos paleopatológicos.

Na virada do século XX, o país passava por grandes mudanças decorrentes da proclamação da República. Novos propósitos e novos discursos surgiam, o Museu Real transformou-se no que é hoje: o Museu Nacional do Rio de Janeiro. Após uma fase de abandono, essa instituição, herdeira do acervo e dos sonhos acadêmicos do Império do Brasil, progressivamente retomou seu papel. Naquele tempo não havia outras instituições brasileiras com profissionais especializados no estudo de esqueletos humanos, principalmente arqueológicos. O Museu Nacional atuou por muito tempo como repositório nacional de acervos, ainda que o Museu do Ipiranga, em São Paulo, e o Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, também mantivessem coleções (Souza, 1991).

Para Castro Faria, a segunda fase da antropologia física no Brasil começa depois de 1910. Nessa fase há pouco interesse no estudo dos materiais arqueológicos, trocados pelo tema da miscigenação étnica e de suas relações com a formação do povo brasileiro (Santos, 2002). A somatometria e a somatologia ganham espaço, e o estudo dos ossos torna-se temporariamente menos relevante. O estudo dos negros, mulatos e dos brasileiros contemporâneos passou a ser foco de maior interesse, tomando o lugar dos indígenas e das coleções arqueológicas.

O nome relevante dessa época foi Edgar Roquette-Pinto, etnógrafo que organizou o segundo curso de antropologia física no Brasil, em 1926. Ele também presidiu o Primeiro Congresso de Eugenia em 1929, e publicou *Rondônia*, com rica etnografia Nambikwara. Desse estudo decorreram algumas informações sobre a saúde que acabariam por alimentar uma das mais interessantes teses brasileiras em paleoparasitologia (Fonseca Filho, 1972).

Um dos seus assistentes, um anatomista chamado Álvaro Fróes da Fonseca, teve também papel importante na continuidade das ciências dos ossos no Brasil. Fróes da Fonseca lecionou na Universidade Federal, chegando a ser

professor de antropologia no Museu Nacional. A geração subsequente de antropólogos o conheceu como referência em morfologia e estudos de variabilidade anatômica, linha que ele conservou sempre em sua cátedra médica.

Embora a antropologia ainda continuasse a contar com fortes contribuições médicas na primeira metade do século XX, os estudos paleopatológicos não despertavam interesse no Brasil. Contrariamente, em outros países, a produção científica crescia, principalmente pela contribuição dos países do hemisfério norte, mas também por contribuições pontuais da América do Sul. Uma compilação feita a partir de Armelagos, Mielki e Winter (1971) estima que, ao longo de todo o século XIX, cerca de 180 trabalhos de paleopatologia foram publicados, enquanto no início do século XX, somente entre 1900 e 1930, outros 560 títulos seriam publicados. Esses números, ainda que aproximados, confirmam o franco crescimento da área, ainda que sem impacto aparente sobre nossa antropologia.

Entre as décadas de 1920 e 1930, missões de pesquisa arqueológica do Museu Nacional mobilizaram os antropólogos, trazendo novos materiais e questões a serem discutidas. As primeiras e mais notáveis foram as revisitas aos sítios de Lagoa Santa, encabeçadas por Padberg-Drenkpöl, em 1926, e José Bastos de Ávila e Ney Vidal, em 1937. Bastos de Ávila, médico, dedicava-se principalmente à antropometria, mas contribuiu pontualmente para o estudo dos crânios de Lagoa Santa e de outros sítios arqueológicos. Reforçando o ensino dos métodos quantitativos aplicados à pesquisa antropológica, organizou o terceiro curso em 1932 e publicou o primeiro manual técnico brasileiro, *Antropologia Física* (Ávila, 1958).

Em meados do século XX, a II Grande Guerra afetava também toda a América, e o Brasil não foi exceção. Após seu término, as instituições brasileiras retomaram suas atividades plenas, e ocorreu uma expressiva reestruturação acadêmica. Nesse período, a dicotomia biologias x humanidades esteve momentaneamente atenuada pela inclusão de disciplinas de antropologia física e evolução humana nos cursos de humanidades. Segundo Castro Faria (2000), nesse período, cerca de quarenta disciplinas de antropologia eram oferecidas em diferentes universidades do país. Mas oferecer disciplinas que dependiam de conhecimentos biológicos para estudantes de humanidades era um grande esforço, pouco recompensado na prática, pela dificuldade em formar pesquisadores habilitados para a dimensão mais biológica da antropologia.

Em fins da década de 1940, dois nomes atuavam no Museu Nacional: Tarcísio Torres Messias, um técnico de carreira na instituição, que realizava estudos de esqueletos de construtores de sambaquis, e Pedro Estevam de Lima, médico, anatomista e dentista, atraído pelas antropologias. Tornando-se naturalista do quadro do museu, Pedro Lima chegaria a dedicar 16 anos de estudos a grupos indígenas, fazendo antropometria e pesquisas pioneiras inclusive sobre saúde indígena. Ambos contribuíram para a formação de coleções osteológicas no Museu Nacional, e, em medida mais modesta, para a paleopatologia. Ambos reportaram observações relacionadas à saúde e práticas culturais, tais como a mutilação dentária (Lima, 1954). Provavelmente foi também um dos primeiros a exumar, com auxílio e consentimento dos indígenas Guajajara-Tenetehara, enterros de seus cemitérios para fins científicos. Os esqueletos, que foram considerados à época contemporâneos, proporcionaram datações isotópicas de quase dois séculos e meio. Seu estudo paleopatológico vem proporcionando valiosas informações bioarqueológicas.

É nesse período também que começam as escavações sistemáticas nacionais e internacionais em diferentes sítios arqueológicos brasileiros. Lagoa Santa foi revisitada por Wesley Hurt, da Universidade de Dakota do Sul, juntamente com colegas do Museu Nacional. O sambaqui de Cabeçuda (SC) foi escavado por Castro Faria, que começa sua carreira como paleoantropólogo no Museu Nacional. Nessa época as primeiras coleções expressivas de esqueletos humanos arqueológicos foram formadas, o que incentivou o estudo dos ossos humanos.

O aumento no número de escavações, a expansão da arqueologia e da pré-história nas instituições acadêmicas e a nova legislação patrimonial pressionaram o crescimento do campo. Essa condição, no entanto, foi afetada pelas

mudanças decorrentes do golpe militar nos anos 60 do último século e seu impacto sobre o cenário antropológico do país (Souza, 1991; Funari, 2002).

Na década de 1960, os primeiros grandes estudos modernos de paleopatologia foram publicados, destacando-se um novo paradigma paleoepidemiológico. A proposta de estudos populacionais, comparativos, segmentados por idade, sexo, características temporais, geográficas e culturais teve início com Ernest Hooton, que estudou os Pueblo da América do Norte (Hooton, 1930), mas não teve grande impacto à época. Nas décadas de 1950 e 1960, Lawrence Angel retomou essas abordagens para a discussão da saúde entre os povos antigos do Mediterrâneo (Angel, 1967). Ao aplicar esses novos olhares populacionais, Angel deu o salto inicial para a moderna paleopatologia, seguido por toda uma escola norte-americana (Buikstra, 1990).

Nesse mesmo período, em diferentes estados do Brasil, arqueólogos como João Alfredo Röhr, em Santa Catarina, e Dorath Pinto Uchoa, em São Paulo, faziam suas escavações e publicavam descrições, ainda que simplificadas, dos esqueletos humanos. Incluíam dados paleopatológicos como a descrição de cáries, abrasão e cálculo dentário, além de algumas lesões ósseas evidentes, tais como fraturas cicatrizadas. Ainda sem uma especialização que permitisse acompanhar o que já vinha sendo desenvolvido pelos especialistas fora do Brasil, tais arqueólogos e antropólogos brasileiros deram sua contribuição aos estudos da saúde pré-histórica. A primeira revisão da literatura brasileira que compilou dados paleopatológicos dispersos foi apresentada no International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences, em Chicago, na década de 1970 (Souza & Ferraz, 1974). Resultando em uma sistematização tímida, esse trabalho mostrava o quanto havia por fazer.

Foi no mesmo período que, após anos de contribuições à somatometria, a disciplina de antropologia física do Museu Nacional retomou seu papel de formuladora de modelos e interpretações para a pré-história brasileira. Passando a dialogar mais com os arqueólogos, os estudos osteológicos ganharam nova importância, abrindo espaço também para estudos paleopatológicos. Marília Carvalho de Mello e Alvim foi a personagem principal nessa etapa de transição. Licenciada em geografia e história na década de 1950, Marília foi inicialmente atraída pela história antiga e depois pela etnografia (Powell *et al.*, 2006), passando a se dedicar principalmente ao estudo osteométrico e osteoscópico dos esqueletos pré-históricos. Buscando as relações biológicas entre as populações pré-históricas, como forma para compreender o povoamento do território brasileiro, ela tornou-se a principal referência na área por cerca de trinta anos, revendo antigas hipóteses e novas propostas interpretativas para os esqueletos humanos de Lagoa Santa e dos sambaquis brasileiros.

Marília Alvim contribuiu mais que seus antecessores ou contemporâneos com a paleopatologia. Em seus trabalhos, alguns dos quais publicados com paleopatologistas, frequentemente menciona dados de interesse para os estudos sobre a saúde. São de sua autoria algumas observações pioneiras como o impacto dos batoques labiais em mandíbulas de botocudos (Alvim, 1963). Dedicou-se completamente à osteologia humana, sendo a exceção que confirmou a regra de que formar antropólogos físicos nos cursos de humanidades era muito difícil.

Embora tenha visitado muitos sítios arqueológicos e trabalhado com muitos arqueólogos, ela não fez escavações, sendo essencialmente uma pesquisadora de laboratório. Sua contribuição mais importante foi o minucioso estudo da *cribra orbitalia* e da hiperostose porótica em crânios de construtores de sambaquis e outros grupos (Alvim, Uchoa & Gomes, 1991). Embora tenha se mantido cautelosa nos estudos de paleopatologia, por se considerar pouco qualificada para atuar em um campo no qual não havia sido formada, Marília produziu dados de grande interesse para os estudos bioarqueológicos.

Apesar de ser cientificamente pouco ousada, questionou seriamente o modelo dos construtores de sambaquis como essencialmente coletores e comedores de moluscos, contra o que usava argumento nutricional irrefutável.

Antropóloga no Museu Nacional e professora na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, ela participou direta ou indiretamente da formação da atual geração de pesquisadores seniores na área. Juntamente com Cleber Bidegain Pereira (Universidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul), publicou o primeiro *Manual para Estudos Craniométricos e Cranioscópicos* em português (www.cleber.com.br). Um segundo livro, sobre os demais ossos, contendo capítulo sobre paleopatologia, aguardava publicação quando da sua morte em 1995 e permanece inédito. Abriu as coleções do Museu Nacional para diferentes pesquisadores, como a primeira tese brasileira sobre paleopatologia óssea, feita por Jorge Ferigolo, sob sua orientação (Ferigolo, 1987).

Outro nome que contribuiu substancialmente para a paleopatologia no Brasil a partir da década de 1970 foi Lilia Cheuiche Machado, uma das alunas e colaboradoras de Marília Alvim. Sua vinculação principal foi com o Instituto de Arqueologia Brasileira, também do Rio de Janeiro (Powell *et al*., 2006). Dedicada aos estudos bioarqueológicos, Lilia foi uma das primeiras a se interessar pela paleopatologia óssea e dentária. Tendo estagiado no Smithsonian Institution, Washington, trabalhou com Douglas Ubelaker, Jane Buikstra e Christy Turner II. Retornando ao Brasil na década de 1980, trouxe novas metodologias e resultados inéditos do ponto de vista paleopatológico. Aplicou pela primeira vez a microscopia eletrônica de varredura aos estudos de abrasão dentária, permitindo a proposição de novas interpretações sobre dieta e economia em um grupo pré-histórico de litoral do Brasil (Turner II & Machado, 1983; Machado, 1984). O uso da histologia da cortical óssea para estimativa de idade em adultos e os estudos paleodemográficos baseados em *Life Tables* foram introduzidos por ela no Brasil (Machado, 1984).

Lilia, como Marília, também não tinha formação médica, o que tornou mais tímidas suas interpretações e análises. Igualmente foi uma referência para os arqueólogos brasileiros, mantendo relação estreita com as primeiras equipes especializadas em paleopatologia na Fundação Oswaldo Cruz (Machado *et al*., 1984).

Walter Neves foi outro antropólogo que começou nos anos 1970. Juntamente com Lilia, representa a primeira geração que teve possibilidade de receber formação fora do Brasil, retornando com a experiência da internacionalização, novos paradigmas, técnicas e métodos que reforçaram sua contribuição científica e acadêmica. Tanto Lilia quanto Walter participaram da transição para uma osteologia científica mais afinada com os novos marcos teóricos vigentes, influenciados pela nova antropologia. Rompendo com o relativo isolamento profissional dos estudos bioarqueológicos no Brasil, ambos deixaram contribuições importantes para os estudos sobre a saúde dos grupos pré-históricos brasileiros. Embora nenhum dos dois tenha se dedicado de modo especializado à paleopatologia, esses pesquisadores transitaram com mais propriedade que seus antecessores no campo ampliado dos estudos da biologia esquelética humana.

Walter começou no Instituto de Pré-história da Universidade de São Paulo, aprimorando, nos Estados Unidos, sua formação em osteologia. Há mais de duas décadas vem se dedicando principalmente aos estudos microevolutivos (Neves, Hubbe & Piló, 2007). Sua contribuição pioneira em bioarqueologia deu-se na década de 1980, quando estudava os materiais do Museu Le Paige, San Pedro de Atacama, Chile. Foram estudados os períodos que precederam, acompanharam e sucederam o domínio dos Tiwanaku sobre os povos atacamenhos.

No Brasil, Walter instalou e manteve por anos um novo polo de pesquisa em bioantropologia, no Museu Goeldi, no Pará. Instalando-se mais tarde em São Paulo, criou o Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos, onde pesquisa e orienta alunos de pós-graduação, mas sem abandonar totalmente temas paleopatológicos, tais como as cáries dentárias (Neves & Kipnis, 2004), os indicadores de estresse (Neves & Wesolowski, 2002). Tendo sempre preferido trabalhar com metodologias quantitativas, sua contribuição à paleopatologia não privilegia abordagens osteobiográficas e de diagnóstico diferencial.

Em um estudo cientométrico sobre a arqueologia brasileira das décadas de 1970 e 1980, Alfredo Mendonça de Souza (Souza, 1988) chamou atenção para o relativo isolamento do país no que se refere à produção científica em arqueologia, numericamente reduzida e frequentemente doméstica e artesanal. Nas décadas descritas nesse estudo, essa situação apenas começava a inverter-se, sendo observado também o crescimento da paleopatologia. Segundo o autor, apesar do reduzido número de profissionais que estudavam remanescentes humanos no Brasil, cerca de 15% dos trabalhos publicados no período já eram de bioarqueologia. Desses, 6% versavam sobre paleopatologia. Essa proporção parece inesperada, pela timidez aparente do campo da bioarqueologia, e surpreendentemente dá uma ideia do impulso que a produção científica sobre remanescentes humanos ganhou a partir desse período. Esse mesmo estudo, ao olhar para os autores e temas publicados, evidencia que paralelamente ao acúmulo das instituições acadêmicas tradicionais, alguns trabalhos em paleopatologia já começavam a ser feitos em outros lugares, sendo decisiva a contribuição de profissionais da área médica.

O surgimento da paleopatologia como especialidade profissional no Brasil tem origem em três polos distintos e independentes, todos eles emergentes no Rio de Janeiro. O primeiro polo a produzir pesquisas em paleopatologia na década de 1960 foi liderado por Ernesto de Mello Salles Cunha, um professor de patologia dentária da Universidade Federal Fluminense. Dedicando-se por anos ao estudo dos crânios arqueológicos, publicou os primeiros trabalhos especializados em paleopatologia no Brasil. Estudou e descreveu com grande detalhamento as condições dentárias das séries de Lagoa Santa e de alguns sambaquis como Cabeçuda (Santa Catarina). Devemos a ele os modelos dentopatológicos que permitiram aos arqueólogos brasileiros caracterizarem tais grupos nas interpretações pré-históricas. Foi o primeiro a chamar atenção para as boas condições dentárias e a ausência de cáries em alguns sítios pré-históricos litorâneos, levantando a hipótese de que razões genéticas ligadas à constituição do esmalte podiam justificar essa condição rara (Cunha, 1963). Tendo realizado pessoalmente escavações em diferentes sítios, constituiu coleções, chegando a organizar um museu na Faculdade de Odontologia, em Niterói, Rio de Janeiro. Estudou os dentes de escravos e discutiu práticas culturais africanas de mutilações dentárias (Cunha, 1968), sepultamentos tupi-guarani (Cunha, 1960) e outros achados arqueológicos. Em seus trabalhos fez interpretações bioculturais, correlacionando condições dentárias, hábitos cotidianos, práticas culturais e dieta. Até sua morte, em 1977, foi uma referência para arqueólogos e osteologistas brasileiros, como Marília Alvim.

O segundo polo independente onde foram desenvolvidos estudos e formação em paleopatologia foi o curso de graduação em arqueologia, que funcionou inicialmente na Faculdade Marechal Rondon e depois nas Faculdades Integradas Estácio de Sá. Criado na década de 1970, a partir da proposição do primeiro currículo mínimo para graduação em arqueologia no Brasil, esse curso não apenas preencheu uma lacuna de formação profissional no Brasil, mas trouxe inovações efetivas para o campo. Em seu currículo original, duas disciplinas impulsionavam o campo da bioarqueologia: a antropometria e a paleopatologia.

Proposta como disciplina do currículo mínimo conforme os modelos internacionais, a paleopatologia foi incentivada por Alfredo Mendonça de Souza, que pessoalmente participou das primeiras explorações sobre o tema (Souza & Ferraz, 1974), incentivando esta autora em sua trajetória profissional. Publicações internacionais de nomes como Marvin Allison, Calvin Wells e Don Brothwell inspiraram os conteúdos iniciais do curso. Apoiados pela cooperação com Claudio Lemos, médico patologista do Serviço de Patologia do Hospital do Instituto de Assistência aos Servidores do Estado do Rio de Janeiro, e do “Clube do Osso”, a presente autora fez os primeiros estudos em esqueletos pré-históricos, ao mesmo tempo em que obtinha seu curso de especialização em patologia óssea. Claudio Lemos participou dos primeiros trabalhos de pesquisa, ajudando a estabelecer as bases desta disciplina. Um projeto viabilizado por bolsa do CNPq, acolhido por Castro Faria e Marília Alvim, no Departamento de Antropologia do Museu Nacional, abriu as portas para a pesquisa nas grandes coleções pré-históricas.

O terceiro polo de paleopatologia surgiu na maior instituição de pesquisa em saúde no Brasil, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), graças à visão de Luiz Fernando Ferreira, médico parasitologista. Sob a inspiração de Olympio da Fonseca Filho e de Marc Armand Ruffer, formou-se um grupo pioneiro, decidido a investir em um novo campo de pesquisas: a paleoparasitologia.

Seguido por alunos que aceitaram o desafio de fazer suas teses com temas relacionados ao passado da saúde humana, como Adauto Araújo, Diana Maul, Ulisses Confalonieri, entre outros, Luiz Fernando assentou as bases da paleoparasitologia. Esse veio a se tornar um dos primeiros grupos no mundo a estudar ovos e larvas de parasitos em coprólitos. Aidan Cockburn, Mirko Grmek e Arthur Aufderheide estão entre os nomes estrangeiros que apoiaram, desde o começo, essa iniciativa. O polo da Fiocruz estabeleceu parcerias arqueológicas desde o início de seus trabalhos, com a Faculdade de Arqueologia, pela colaboração com Alfredo Mendonça e esta autora; com o Instituto de Arqueologia Brasileira, com Ondemar Dias e Lilia Cheuiche; com André Prous do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais, com Niéde Guidon da Fundação do Homem Americano; e com Maria da Conceição Beltrão e Marília Alvim, do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Originando-se no Departamento de Ciências Biológicas da Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp), e depois passando ao Departamento de Endemias Samuel Pessoa, da mesma escola, esse grupo recebeu incentivo e acesso a materiais arqueológicos, desenvolvendo uma produtiva linha de pesquisas e formação profissional.

Ao contrário dos outros dois pólos, cuja duração não foi superior a 15 anos, o grupo formado por Luiz Fernando Ferreira manteve sua vitalidade. Prosseguindo na produção de conhecimentos e multiplicação de profissionais, foi capaz de responder aos desafios de um novo campo interdisciplinar, persistindo pelos últimos trinta anos, e tornando-se referência nacional e internacional.

Apesar de ter inspirado outros profissionais, como Edson Medeiros de Araújo, em Santa Catarina, o polo da paleodontologia criado por Salles Cunha praticamente deixa de produzir após sua morte. Estudos dentários passaram a ser lentamente incorporados nos estudos dos paleopatologistas generalistas, após a década de 1990. O polo de paleopatologistas generalistas, criado junto ao curso de arqueologia, aproximou-se progressivamente dos paleoparasitologistas da Fiocruz, consolidando essa aproximação principalmente após o encerramento de atividades da Faculdade de Arqueologia, também no final da década de 1990.

Dessa forma, entre 1970 e 1990, uma intensa dinâmica acadêmica estabeleceu as bases para a paleopatologia no Brasil. Na América do Norte, assim como na Europa, também ocorriam mudanças, com a aceleração da produção científica e a consolidação de alguns dos grandes nomes atuais neste campo. O crescimento de novos campos interdisciplinares aplicados à arqueologia, a reaproximação com tecnologias biomédicas, as preocupação com questões bioculturais, entre outras condições, trouxeram aumento de interesse pelos estudos da saúde e suas relações com os modos de vida do passado.

É também importante lembrar que tal como no Brasil, o campo da paleopatologia no hemisfério Norte estava fortemente ligado às medicinas. Segundo uma compilação também efetuada com base na bibliografia levantada por Armelagos, Mielki e Winter (1971), até o início da década de 1970 apenas 15% das publicações que veiculavam os estudos em paleopatologia eram da área antropológica, e essa proporção começou a aumentar lentamente nas décadas seguintes.

Jarcho (1966) e outros autores discutiram a história da paleopatologia, chamando atenção para as suas diferentes fases ou etapas. Assinalam a fase inicial de interesse pela fauna, a fase de interesse pelos seres humanos e algumas doenças ou práticas específicas, e finalmente a fase dos diagnósticos essencialmente patográficos e aplicação das novas técnicas.

No Brasil, o interesse por tais temas e objetos não seguiu a mesma cronologia, e o grande impulso das pesquisas relaciona-se com o período mais recente, e ainda não descrito por esses autores. Algum tempo depois, Buikstra e Cook (1980), refletindo sobre este campo de pesquisas na América, assinalaram as tendências crescentes para a paleoepidemiologia. A vinda de Della Cook para ministrar o primeiro curso de Especialização em Paleopatologia, na Ensp, Fiocruz, de fato proporcionou aos profissionais brasileiros as condições necessárias para a expansão definitiva deste campo, trazendo, é claro, forte influência norte-americana e paleoepidemiológica. Sua vinda também potencializou a associação entre professores e egressos da Faculdade de Arqueologia e o grupo de paleoparasitologia da Fiocruz, contribuindo, definitivamente, para o estabelecimento do polo científico estável e produtivo que temos hoje naquela instituição.

PALEOPATOLOGIA: O QUE HÁ DE NOVO NO HORIZONTE?

Publicando desde a década de 1970, e aumentado sua produção significativamente a partir dos anos 90, a equipe da Fiocruz, atualmente, está vinculada a programas de pós-graduação *stricto sensu* de epidemiologia, saúde pública, biologia molecular e biologia parasitária que aceitam temas de teses e dissertações em paleopatologia.

Um curso de especialização oferecido regularmente, além de disciplinas, cursos avulsos, conferências, eventos, exibições científicas, entre outras atividades, mantêm o interesse pelo assunto dentro e fora da Fiocruz. Cooperação internacional regular com colegas da Europa, Estados Unidos e América em geral mantém a atividade de ensino e pesquisa. Graças a fundos proporcionados pelas agências de pesquisa como Capes, CNPq e acordo internacionais específicos como Capes-Cofecub (Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire avec le Brésil) e Capes-SECyT (Secretaría de Ciencia y Tecnología), colegas de outros países vêm ao Brasil, e os pesquisadores e alunos brasileiros viajam para estudos e trabalho em colaboração. Nomes relevantes como Della Cook e Karl Reinhard (Estados Unidos), Ricardo Guichon e Martín Fugassa (Argentina), Françoise Bouchet (França), Eugénia Cunha (Portugal), Bernardo Arriaza (Chile) e outros têm trabalhado em projetos de interesse mútuo. Apesar de o curso estar situado em uma instituição de excelência da área médica, as interações com a área antropológica e arqueológica se expressam tanto na pesquisa quanto nos perfis de egressos de nossos cursos.

Contrariamente ao preconizado, o campo de estudo dos remanescentes humanos continua a progredir no Brasil. Já há demanda por profissionais especializados para consultorias e trabalhos temporários. Aspectos correlatos tais como os estudos de tafonomia e de arqueologia funerária já são temas de pesquisa, monografias e teses, incentivados inclusive nos novos cursos de graduação e pós-graduação em arqueologia. As abordagens bioarqueológicas tornaram-se mais frequentes, projetos específicos desse tipo começam a ser financiados. As facilidades de deslocamento, os financiamentos para pesquisa, as cooperações nacionais e internacionais, a participação em eventos, a produção científica mais ágil e outros fatores reduzem a endogenia, contribuindo para a melhoria das pesquisas em paleopatologia e para a contribuição de nossos especialistas para a paleopatologia internacional (Souza, Codinha & Cunha, 2006; Lessa, 2006). Novas metodologias e técnicas desenvolvidas pelos especialistas brasileiros são aceitas e aplicadas internacionalmente. Modelos bioculturais, alguns inéditos, contribuem efetivamente para a melhor reconstituição da pré-história brasileira (Lessa & Scherer, 2008; Rodrigues-Carvalho & Souza, 1998; Souza, 1992, 1995, 1999; Wesolowski *et al.*, 2007).

Nos primeiros anos deste século XXI, a bioarqueologia tem sido cada vez mais intensamente incorporada aos projetos arqueológicos. As questões que emergem das investigações de campo ou laboratório são respondidas mediante múltiplas abordagens e aproximação de disciplinas. A especificidade da preservação dos materiais,

os processos tafonômicos, os desafios da preservação de amostras a médio e longo prazos, além das questões de curadoria, estão presentes na pesquisa paleopatológica. A inclusão de questões éticas, relacionadas aos estudos de remanescentes humanos, assim como a busca de procedimentos que reduzam as análises invasivas e destrutivas, já começaram a ser feitas nos trabalhos de bioarqueologia. Parte do esforço envolve adequação dos projetos de escavação e coletas oportunísticas e sistemáticas, pela aplicação de protocolos específicos para microrresíduos de alimentos, paleoparasitologia, paleogenética e outros, proporcionando dados de melhor qualidade e confiabilidade. A paleopatologia já é definitivamente parte da pesquisa arqueológica, tornando visível o invisível e reconstituindo histórias sobre a saúde e os modos de vida passados.

Atualmente, em vários estados do Brasil, grupos de arqueólogos incorporaram ao menos um especialista temporário dedicado ao estudo de remanescentes humanos. Os trabalhos sobre restos humanos, a análise de estruturas funerárias, esqueletos e dentes multiplicam-se na literatura, ganham destaque na pesquisa arqueológica. Alguns profissionais das áreas médica e biológica já se dedicam a este campo em tempo integral, profissionalizando-se e agregando técnicas, experiências e interesses aos dos arqueólogos, somando os esforços para conhecer o passado biológico do homem e suas relações culturais.

A possibilidade de associação de radiologistas, geneticistas, dentistas, biólogos, médicos, parasitologistas, antropólogos, historiadores, geógrafos, arqueólogos e outros é hoje uma realidade interdisciplinar muito mais rica e complexa do que pôde imaginar Castro Faria, ou outros que pensaram a antropologia como campo de encontro das biologias e humanas. Desde os crânios onde o desgaste dentário chamou a atenção para a saúde, até os minuciosos estudos atuais da dieta por meio de microrresíduos de alimentos dos cálculos, percorremos quase dois séculos de trajetória de pesquisa em paleopatologia no Brasil.

Os principais profissionais em atuação hoje no Brasil receberam treinamento básico em osteometria, em osteologia, incluindo conhecimentos sobre traços epigenéticos, estão aptos a fazer estudos básicos de mortalidade e identificação osteobiográfica e, dependendo de seu percurso, dedicam-se mais ou menos especializadamente a diferentes campos da paleopatologia.

Os profissionais que se dedicam principalmente aos estudos microevolutivos, por sua vez, fazendo estudos osteométricos, também têm experiência com estudos básicos de paleopatologia, observando-se na prática uma grande integração entre esses dois campos da bioarqueologia. Arqueólogos e outros profissionais egressos da área de humanas vêm recebendo sua formação em instituições médicas como a Fiocruz, no Rio de Janeiro, beneficiando-se de um rico espaço interdisciplinar, como não teria sido imaginado anteriormente.

Por sua vez, os profissionais egressos da área biomédica têm tido cada vez maior participação nos trabalhos de arqueologia, desde campo até o laboratório, e maior presença nas instituições de guarda dos acervos e nos laboratórios antropológicos, estabelecendo uma relação de trabalho mais equilibrada, visando ao caminho da interdisciplinaridade. A soma de esforços dos últimos 15 anos assegurou o crescimento da paleopatologia no Brasil. Uma intensa rede de cooperação entre profissionais biomédicos e das ciências humanas, tanto nacionais como internacionais, investe em temas e problemas de interesse comum, avançando no campo.

Os principais centros de formação e produção de conhecimento em paleopatologia ainda estão no Rio de Janeiro e em São Paulo, mas grupos menores, embriões egressos desses centros, tentam estabelecer em outros lugares e instituições a continuidade de seu trabalho, descentralizando consideravelmente a produção de conhecimentos.

Na Fiocruz, os interesses estão mais diversificados, e as pesquisas incluem desde a paleoparasitologia morfológica até a molecular e imunológica, mas estudos que vão desde a tafonomia até as condições de saúde oral e dieta

multiplicam o potencial científico do grupo. A participação de equipes de especialistas do Instituto Oswaldo Cruz vem permitindo manter essas e abrir novas linhas de pesquisa, acompanhando as tendências observadas em outros centros, ou mesmo inovando em técnicas e temas. São nomes da Fiocruz, ou associados aos grupos de pesquisas em paleopatologia e paleoparasitologia desta instituição: Adauto Araújo, Alena Mayo Iñiguez, Sheila Mendonça de Souza, Luciana Sianto, Daniela Leles e Andréa Lessa, entre outros. Alguns desses, egressos da Fiocruz, estabeleceram novos núcleos de pesquisa. Podem-se citar Claudia Rodrigues Carvalho (Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro), Verônica Wesolowski (Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo) e Olívia Carvalho (Universidade Federal de Sergipe), entre outros. Um expressivo número de teses e dissertações, além mais de trezentas publicações sobre paleopatologia, resultou dessa atividade nos últimos vinte anos.

Outros núcleos de pesquisa no Rio de Janeiro prosseguem ou iniciam seus trabalhos. No Instituto de Arqueologia Brasileira, Laura da Piedade Ribeiro e Gláucia Malerba Sene dão seguimento aos trabalhos de Lilia Cheuiche. No Departamento de Anatomia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Adilson Salles, seguindo a tradição dos anatomistas antropólogos, vem desenvolvendo e orientando estudos sobre osteologia, materiais mumificados e paleopatologia, em colaboração com a Fiocruz e o Museu Nacional. Jorge Ferigolo, com uma pequena equipe, mantém atividade na Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Na Universidade de São Paulo, na cidade de São Paulo, três grupos ligados aos diferentes núcleos de pesquisa daquela universidade produzem em osteologia, arqueologia funerária, tafonomia, evolução humana e paleopatologia. No Instituto de Biociência, Walter Neves e Sabine Eggers conduzem seus grupos de pesquisa, formando mestres e doutores em diferentes temas. Desses núcleos, são egressos Max Hubbe, Mercedes Okumura, Célia Boyadjian e Pedro Tótora da Glória, entre outros.

No Museu de Arqueologia e Etnologia, novos doutores como Sérgio Francisco da Silva produzem parcialmente no campo. Em Belém do Pará, na Universidade Federal do Pará, o grupo de Andrea Kelly Ribeiro-dos-Santos e Sidney Santos, do Laboratório de Genética Médica, mantêm pesquisas em paleogenética humana e parasitária, tendo estudado amostras de praticamente todo o Brasil.

Alguns do temas desenvolvidos nas pesquisas em paleopatologia são a expressão da violência e dos conflitos entre grupos humanos pré-históricos tanto do Brasil como do Chile, e suas relações com as transições culturais e os contatos; as mudanças econômicas, de dieta e a saúde; a distribuição das infecções e suas relações demográficas; as migrações e as mudanças na prevalência de parasitoses humanas; as mudanças osteoarticulares e as atividades cotidianas; os problemas dentários e a dieta; as anomalias congênitas e suas determinantes genéticas e ambientais, entre outros. Nossos profissionais em todas as especialidades participam de eventos no Brasil e no exterior e produzem estudos com materiais do Brasil e também de outros países como os Estados Unidos, o Chile, Portugal, França, Bélgica, Argentina, e outros.

O olhar da paleopatologia no Brasil começou nos crânios e chegou aos parasitos, abrindo, nas duas últimas décadas, um amplo leque de pesquisas. A medicina, que teve papel importante na primeira fase da antropologia física, quando os olhares paleopatológicos ainda se implantavam timidamente, ficou por longo tempo como uma reserva de formação antropológica. Firmados os estudos da evolução humana entre os profissionais de humanidades, a década de 1960 viu firmarem-se as primeiras vocações não médicas para a bioarqueologia. Nesse mesmo período, no âmbito das medicinas, novas perspectivas motivaram estudos sobre saúde-doença em populações do passado. Todo um cenário internacional, de estudos arqueológicos e antropológicos, que começava a repercutir sobre o Brasil, motivou esses desenvolvimentos paralelos.

Hoje, os polos de formação de especialistas em paleopatologia no Brasil estão principalmente apoiados na área biomédica, ainda que fortemente impregnados pela antropologia. A maior parte dos profissionais que atuam especializadamente em paleopatologia já não tem formação biomédica, sendo egressos dos cursos de graduação em arqueologia ou outros da área de humanas. O ciclo iniciado em meados do século XX parece finalmente fechar-se, ainda que por caminhos não previstos.

Mais atividade interdisciplinar faz pensar que talvez estejamos mais próximos daquilo que Castro Faria gostaria de ter testemunhado, quando do primeiro esforço para introduzir a antropologia física no ensino das humanidades. Novos desafios se apresentam continuamente aos que pesquisam, ensinam e estudam remanescentes humanos, mas decerto a condição neste início do século XXI é promissora, e o crescimento do campo já permite rejeitar o que Marília Alvim, em sua fase mais pessimista, manifestou: os antropólogos que estudam os corpos humanos são uma espécie em extinção no Brasil.

Não é verdade, Marília! Mesmo que por caminhos inesperados, a bioarqueologia e a paleopatologia estão firmes no Brasil!

REFERÊNCIAS

ALVIM, M. C. de M. Diversidade morfológica entre os índios ‘botocudo’, do Leste Brasileiro (séc. XIX) e o Homem de Lagoa Santa. *Boletim do Museu Nacional*, 23: 1-70, 1963. (Antropologia Nova Série)

ALVIM, M.C. de M.; UCHOA, D. P. & GOMES, J. C. de O. *Cribra orbitalia* e lesões cranianas congêneres em populações pré-históricas da costa meridional do Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 1: 21-53, 1991.

ANGEL, J. L. Porotic hyperostosis, anemias, malarias and marshes in the prehistoric Eastern Mediterranean. *Science*, 153: 760-763, 1967.

ARMELAGOS, G. J.; MIELKE, J. H. & WINTER, J. *Bibliography of Human Paleopathology*. Massachussets: University of Massachussets, 1971. (Research Reports, 8)

ÁVILA, J. B. Introdução. *In*: ÁVILA, J. B. *Antropologia Física*. Rio de Janeiro: Agir, 1958. (Coleção do Instituto de Estudos Políticos e Sociais IV da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro)

BUIKSTRA, J. E. A Life in Science: papers in Honour of Dr. Lawrence Angel. *Center for American Archaeology*, 1990. (Scientific Papers, 6)

BUIKSTRA, J. E. & BECK, L. A. *Bioarchaeology: the contextual analysis of human remains*. New York: Academic Press, 2006.

BUIKSTRA, J. E. & COOK, D. C. Paleopathology: an American account. *Annual Review of Anthropology*, 9: 433-476, 1980.

CANGUILHEM, G. *O Normal e o Patológico*. Rio de Janeiro: Forense, 1990.

CARVALHO, D. M. *Epidemiologia de Atenas e História de Doenças. Possibilidades e limites: o caso do escorbuto e da peste de Atenas*, 1996. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

CUNHA, E. M. S. Afecções alvéolo-dentárias em mandíbulas de aborígenes da Ilha do Governador (Guanabara). *Revista do Sindicato de Odontologia do Rio de Janeiro*, 6(17): 13-18, 1960.

CUNHA, E. M. S. *Sambaquis e outras Jazidas Arqueológicas*: *paleopatologia dentária e outros assuntos*. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1963.

CUNHA, E. M. S. Mutilações dentárias no negro no Brasil. *In*: JORNADA FLUMINENSE DE ODONTOLOGIA PROFESSOR COELHO DE SOUZA, 6, 1968, Niterói. *Anais...* Niterói: UFF, 1968.

FARIA, L. C. *Antropologia. Escritos Exumados: dimensões do conhecimento antropológico*. Niterói: Eduff, 2000. v. 2.

FERIGOLO, J. *Paleopatologia Comparada de Vertebrados: 'Homem de Lagoa Santa', 'Homem do Sambaqui de Cabeçuda' e mamíferos pleistocênicos*, 1987. Tese de Doutorado, Porto Alegre: Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Humanas Pré-históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar Editor, 1972.

FUNARI, P. P. A. Desaparecimento e emergência dos grupos subordinados na arqueologia brasileira. *Horizontes Antropológicos*, 8: 131-153, 2002.

HOOTON, E. A. *Indians of Pecos Pueblo*. New Haven: Yale University Press, 1930.

JARCHO, S. *Human Paleopathology*. New Haven: Yale University Press, 1966.

LACERDA, J. B. O homem dos sambaquis. *Arquivos do Museu Nacional*, 6: 175-203, 1885.

LARSEN, C. S. *Bioarchaeology: interpreting behaviour from the human skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

LESSA, A. Ampliación de las discussiones sobre los conflictos em el oasis atacameño durante la era de los pukaras: análises de la muestra esquelética de Catarpe. *Diálogo Andino*, 27: 9-22, 2006.

LESSA, A. & SCHERER, L. Z. O outro lado do paraíso: Novos dados e reflexões sobre violência entre pescadores-coletores pré-coloniais. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 18: 89-100, 2008.

LIMA, P. E. Deformações tegumentares e mutilação dentária entre os índios tenethara. *Boletim do Museu Nacional*, 16: 1-22, 1954. (Antropologia Nova Série)

LUND, P. W. *Memórias sobre a Paleontologia Brasileira Revistas e Comentadas por Carlos de Paula Couto*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.

MACHADO, L. M. C. Análise de remanescentes ósseos humanos do sítio arqueológico Corondó, RJ, aspectos biológicos e culturais. *Boletim do Instituto de Arqueologia Brasileira*, 1, 1984. (Série Monografias)

MACHADO, L. M. C. *et al*. Estudo prévio de práticas funerárias e o encontro de parasitos humanos na gruta do Gentio II, Unaí, MG. *Boletim do Instituto de Arqueologia Brasileira*, 2, 1984. (Série Ensaios)

NEVES, W. A. & KIPNIS, R. Further evidence of a higly cariogenic diet among late paleoindians of Central Brazil. *Current Research in the Pleistocene*, 21: 81-83, 2004.

NEVES, W. A. & WESOLOWSKI, V. Economy, nutrition and disease in prehistoric coastal Brazil: a case study of the State of Santa Catarina. *In*: STECKEL, R. H. & ROSE, J. C. *The Backbone of History: health and nutrition in Western hemisphere*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

NEVES, W. A.; HUBBE, M. & PILÓ, L. B. Early Holocene human skeletal remains from Sumidouro Cave, Lagoa Santa, Brazil: history of discoveries, geological, chronological context and comparative cranial morphology. *Journal of Human Evolution*, 52: 16-30, 2007.

POWELL, M. L. *et al*. Invisible hands: women in bioarchaeology. *In*: BUIKSTRA, J. E. & BECK, L. A. (Eds.). *Bioarchaeology: the contextual analysis of human remains*. Oxford: Elselvier, 2006.

RODRIGUES-CARVALHO, C. & SOUZA, S. M. F. M. Uso de adornos labiais pelos construtores do sambaqui de Cabeçuda, Santa Catarina, Brasil: uma hipótese baseada no perfil dentopatológico. *Revista da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, 11: 43-56, 1998.

SANTOS, R. V. Mestiçagem, degeneração e a viabilidade de uma nação: debates em antropologia física no Brasil (1870–1930). *In*: PENA, S. D. J. Homo brasilis*: aspectos genéticos, linguísticos e socioantropológicos da formação do povo brasileiro*. Ribeirão Preto: Funpec, 2002.

SOUZA, A. A. C. M. *Arqueologia Brasileira (1975-1985): análise bibliométrica da literatura*, 1988. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola de Comunicação/Ibict, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SOUZA, A. A. C. M. História da arqueologia brasileira. *Pesquisas*, 46: 1-157, 1991.

SOUZA, A. A. C. M. & FERRAZ, S. M. Paleopatologia do homem do sambaqui. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF ANTHROPOLOGICAL AND ETHNOLOGICAL SCIENCES (ICAES), 9, 1974, Chicago. *Anais...* St Louis: Washington University, 1974.

SOUZA, S. M. F. M. Traumatismos vertebrais como indicadores de atividade física na população da Furna do Estrago, Pernambuco, Brasil. *In*: ARAÚJO, A. J. G. & FERREIRA, L. F. *Paleopatologia & Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Ensp/Fiocruz, 1992.

SOUZA, S. M. F. M. Um caso pré-histórico de osteomielite generalizada. treponematose ou infecção piogênica? *In*: BELTRÃO, M. C. *Arqueologia do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Arquivo Público, 1995.

SOUZA, S. M. F. M. Anemia e adaptabilidade em um grupo costeiro pré-histórico: uma hipótese patocenótica. *In*: TENÓRIO, M. C. (Org.). *Pré-história da* Terra Brasilis. Rio de Janeiro: Eduferj, 1999.

SOUZA, S. M. F. M. & GUICHON, R. Paleopathology in Argentina and Brazil. *In*: BUIKSTRA, J. E. & ROBERTS, C. *Global History of Paleopathology*. Oxford Press, no prelo.

SOUZA, S. M. F. M.; CODINHA, S. & CUNHA, E. The girl from the Church of Sacrament: a case of congenital syphylis in XVIII century Lisbon. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. II: 119-128, 2006.

SOUZA, S. M. *et al*. Revisitando a discussão sobre o Quaternário de Lagoa Santa e o povoamento das Américas: 160 anos de debates científicos. *In*: SILVA, H. & RODRIGUES-CARVALHO, C. *Nossa Origem: o povoamento das Américas, visões multidisciplinares.* Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

TURNER II, C. & MACHADO, L. C. A new dental wear pattern and evidence for high carbohydrate consumption in a Brazilian archaic skeletal population. *American Journal of Physical Anthropology*, 61: 125-130, 1983.

WESOLOWSKI, V. *et al*. Grânulos de amido e fitólitos em cálculos dentários humanos: contribuição ao estudo do modo de vida e subsistência de grupos sambaquianos do litoral do Brasil. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 17: 191-210, 2007.

4

Dispersão de *Homo sapiens* e Povoamento dos Continentes

Sheila Mendonça de Souza

Um olhar sobre o passado humano nos mostra uma espécie viajante. A nossa espécie, hoje pandêmica, distingue-se de outras pelo enorme potencial exploratório e pela capacidade de desenvolver as estratégias adaptativas que nos permitiram, ao longo de alguns milhares de anos, nos dispersar, colonizando os ambientes mais diferenciados.

O comportamento migratório poderia já estar presente em *Homo habilis*, mas seguramente implantou-se com os primeiros homens arcaicos e intensificou-se com *Homo sapiens*, cuja mobilidade fez a espécie percorrer distâncias cada vez maiores e seguir caminhos já conhecidos. Esse próprio comportamento levou a desafios frequentes, por obrigar a espécie humana a enfrentar mudanças nas pressões e interações ambientais. Essas mudanças, a cada etapa da história da humanidade, trouxeram novas situações de vida e contato com outras espécies de parasitos, e, portanto, diferentes condições de saúde pelo aparecimento e desaparecimento de doenças.

Construções culturais, adaptativas ou não, trouxeram alívio e compensação aos desafios do ambiente, assim como riscos para a saúde, ao longo dos tempos e espaços em que o homem esteve presente. Da interação milenar com outras espécies e ambientes, fossem estes naturais ou modificados, surgiram respostas de adaptação e adaptabilidade (Moran, 1994). Em alguns períodos e lugares, doenças foram selecionadas por favorecerem o sucesso adaptativo; genes foram modulados para interagir com o ambiente, provocando ou reprimindo agravos (Moalem & Prince, 2007); microrganismos tornaram-se mais ou menos agressivos, ou bem-sucedidos parasitos. Novas doenças emergiram, ao passo que outras desapareceram e depois reemergiram (Cockburn, 1967; Sournia & Ruffie, 1986; Verano & Ubelaker, 1992; Fóller & Hansson, 1996).

Seguramente, ao longo dos caminhos e descaminhos trilhados em centenas de milhares de anos pela nossa espécie, pode-se enxergar uma parte significativa da história dos agravos à saúde que atingiram as populações humanas. No processo de relação com os diferentes ambientes, nas estratégias de subsistência, nos estilos de vida, nas interações com outras formas de vida, a espécie humana incorporou ou expurgou doenças, diferenciou-se em relação a outras espécies mais próximas filogeneticamente e abrigou em seu organismo espécies em evolução. Desenvolveu polimorfismos estratégicos, reteve parasitos ancestrais, erradicou antigos parasitos e viu surgir outros.

Em seu percurso mais recente, até mesmo criou organismos modificados capazes de produzir doenças. Nos caminhos e descaminhos da humanidade, estão inscritos os riscos, lucros e prejuízos que essa trajetória trouxe para a saúde de nossa espécie inquieta, criativa e viajante.

Na espécie humana, como em qualquer outra, a condição de saúde-doença é fruto de uma história. Ela deve ser lida com base em alguns eixos organizadores: o do tempo, o do espaço, o das mudanças na cultura e no comportamento humano, e o das mudanças sofridas pelo ambiente natural. Olhar através do eixo ou flecha do tempo ilumina as sequências de mudanças nas condições que levam à saúde e à doença. Ao longo do tempo, podemos perceber transições e permanências, bem como buscar algumas explicações para as mesmas.

O foco da paleopatologia é no eixo do tempo, bem como nas condições de saúde-doença nas populações humanas. Considerando os outros eixos, mas olhando sempre através do tempo, a paleopatologia busca dados arqueológicos e históricos que permitam compreender como adoeciam e morriam as populações humanas.

A paleopatologia vem sendo desenvolvida há pelo menos dois séculos, tendo se iniciado com os trabalhos de Esper no século XVII (Aufderheide & Rodriguez-Martin, 1998), mas é hoje fortemente apoiada no olhar antropológico (Buikstra & Cook, 1980). Com base nesses estudos, desmitificamos a ideia de que a condição de vida saudável pudesse ser simplesmente dada pelo convívio no ambiente natural. Aliada à genética, aos estudos da evolução humana e mais recentemente à ecologia, a paleopatologia vem ajudando a desvendar a trajetória da saúde humana.

Ao retroceder no eixo do tempo ao longo da evolução humana, ou estudando outros primatas, podemos formular modelos fisiológicos, anatômicos, genéticos, filogenéticos e mesmo de comportamento necessários para se compreender a saúde humana atualmente e no passado.

Condições fisiológicas e patológicas encontradas em outras espécies podem fornecer parâmetros importantes sobre a herança da nossa espécie. Relações parasito-hospedeiro baseadas em princípios ecológicos, filogenéticos, processos de coevolução e outros mecanismos são iluminados por tais estudos. Na história evolutiva de nossa espécie e sua relação com outras com as quais temos proximidade filogenética ou simplesmente convivemos, estão as explicações essenciais à compreensão de muitos dos nossos processos de saúde-doença. Como parasitismo e adaptabilidade são indissociáveis, a anemia, em algumas situações, pode significar a chance de sobreviver. Muito do que foi definido pela medicina científica moderna como não normal (Canguilhem, 1990) explica-se por processos evolutivos ou adaptativos que só muito recentemente começamos a compreender de modo mais amplo. Entender melhor cada passo desse processo ajuda também a conceituar saúde.

Quando o passado das doenças humanas estiver mais bem conhecido, talvez seja possível entender também seu impacto sobre a nossa evolução. Neste momento, lançamos os primeiros olhares sobre o passado de nossa espécie viajante, sobre os caminhos e os descaminhos de nossa história da qual as doenças são parte indissociável (Barnes, 2005; Cavalli-Sforza, 2005; Moalem & Prince, 2007; Stearns & Koella, 2008; Trevathan, Smith & McKeena, 2008).

HERANÇA PRIMATA EM UM MUNDO DE MICRÓBIOS

Nossa origem é primata. Somos da família dos macacos, monos, lêmures e outros animais com os quais compartilhamos um conjunto extraordinariamente interessante de características (Foley, 1993, 2003). Embora a maior parte dos estudos em paleopatologia e paleoparasitologia discuta os períodos mais recentes da evolução humana, ou seja, os humanos anatomicamente modernos, alguns estudos já se reportam aos nossos ancestrais arcaicos.

Embora o estudo de nosso passado evolutivo seja fragmentário e impreciso, formulações teóricas baseadas em estudos paleontológicos, morfologia, genética, por exemplo, propõem os modelos atualmente em discussão. Outros estudos, zoológicos e de comportamento de primatas livres ou em cativeiro (Goodall, 1991; Fouts, 1998), permitem conhecer mais sobre o seu comportamento e saúde, fornecendo modelos evolutivos, filogenéticos, ecológicos e epidemiológicos. Estudos do DNA antigo e atual de microrganismos informam sobre os processos evolutivos em vírus, bactérias, protozoários, helmintos e outros, ajudando a explicar condições epidemiológicas atuais ou do passado, contribuindo para o entendimento dos processos evolutivos parasito-hospedeiro-ambiente (Araújo *et al.*, 2003; Nozais, 2003; Iniguez *et al.*, 2003; Ebert & Bull, 2008; Woolhouse & Antia, 2008; Koella & Turner, 2008). Os dados científicos acumulados nesse e em outros tipos de estudos permitem discutir os processos de saúde-doença em nossa espécie, em uma perspectiva temporal e evolutiva.

Comparada à evolução da vida sobre a terra, a evolução humana é um evento muito recente. Os vertebrados já evoluem há 500 milhões de anos, tendo passado por grandes extinções e transições climáticas catastróficas. Ainda que se considere toda a evolução dos mamíferos desde o Triássico, há cerca de 250 milhões de anos, existimos há pouco tempo. Os primatas estão entre as últimas famílias a aparecerem na sequência evolutiva, datando do início do Paleoceno, há cerca de 65 milhões de anos (Martin, 2005). Naquele período, a expansão dos bosques subtropicais e tropicais favoreceu adaptações arborícolas, e o surgimento deste e outros *taxa*.

Os processos evolutivos humanos contam com algumas características peculiares, podendo ser citadas a variabilidade genética expressa em múltiplos polimorfismos, a grande mobilidade, um fluxo gênico intenso e um forte componente de comportamentos inventados, ensinados e aprendidos que aumentam a adaptabilidade. Evidências paleontológicas sugerem que essa seria uma tendência dos hominídeos, pela sua variabilidade morfológica, que, embora interpretada como especiação, poderia também expressar uma grande variabilidade genética e fenotípica intra e intergrupal (Foley, 2003). O conceito de especiação em paleontologia humana ainda é baseado na morfologia dos ossos. Assim, a variedade dos hominídeos aumenta com o progresso das pesquisas, mantendo um território polêmico, onde se multiplicam nomes e conceitos.

Os humanos são evolutivamente próximos dos chamados monos antropomorfos, ou grandes macacos. Na Ásia, o grupo está representado pelos orangotangos, e, na África, pelos gorilas e chimpanzés. Com estes últimos, compartilhamos algo em torno de 98% de material genético, além de grande identidade morfológica e comportamental (Fouts, 1998). O processo de especiação ao longo do qual o homem separou-se de seus ancestrais primatas é representado por uma grande quantidade de ramos extintos. Como a disponibilidade de fósseis é variável, com algumas espécies representadas por poucos fragmentos de ossos ou dentes, há um modelo apenas aproximado da posição desses ancestrais na linhagem humana. Com base na morfologia e na cronologia dos primatas do Mioceno e do Pleistoceno é que são propostas as etapas da hominização (Foley, 1993).

Ao pensar na evolução humana, alguns ainda imaginam a vida na natureza como uma garantia de saúde, e as etapas primordiais de vida como um estado de equilíbrio em que todos os sobreviventes seriam fortes e saudáveis. Nesse aspecto, os estudos de primatas atuais contribuem para pensar como seria a saúde de nossos ancestrais. Um estudo comparativo de esqueletos de grandes macacos (Lovell, 1990) encontra, para os chimpanzés na natureza, 14% dos indivíduos com cáries, prevalência mais alta do que para gorilas e orangotangos. O desgaste dentário, intenso, parece contribuir para perdas anteriores à morte, reabsorções ósseas e abscessos. Os cálculos dentários também são frequentes. Segundo a mesma autora, as lesões traumáticas dos ossos ocorrem em cerca de 70% dos indivíduos, sendo a maior parte fraturas. Nos chimpanzés, os traumas são mais relacionados a lutas e agressões, ao passo que, nos orangotangos, são acidentais, o que certamente se explica pela estrutura social dos primeiros, mais gregários e belicosos, e pela forma de locomoção dos últimos, praticamente arborícola.

Quando consideramos as infecções, o tema toma dimensões de grande interesse, por serem muitas as doenças infecciosas compartilhadas entre humanos e outros primatas. O mesmo estudo de Lovell (1990) descreve sinais de infecção óssea em 10% dos indivíduos, mas chama atenção o fato de haver sinais de infecção consistentes com treponematoses. A observação desse tipo de lesão nos ossos dos grandes macacos é coerente com o proposto por Cockburn (1963) e outros autores. Para esses, a existência de treponematoses em grandes primatas seria um indicativo da antiguidade dessa doença, herdada por via filogenética de ancestrais hominídeos comuns. Outra categoria de lesões foi a das artroses, encontrada em 20% dos esqueletos. Osteofitos, ou 'bicos-de-papagaio', labiamentos, erosões e colapsos de superfícies articulares, tão bem conhecidos nos reumatismos humanos, são também compartilhados. Seu achado, também em ossos de hominídeos, confirma que antecedem ao surgimento da espécie humana, assim como as anomalias congênitas e formações tumorais (Krause, 2004; Martín, 2005; Barnes, 2005).

Os achados indicam que tanto os primatas quanto os ancestrais hominídeos já tinham a saúde afetada por diferentes processos. Esses seriam relacionados ao estilo de vida, aos riscos do ambiente, à dieta, às fragilidades da estrutura física, aos fatores congênitos, entre outros.

No que diz respeito à saúde, certamente compartilhamos com nossos ancestrais parte de nossos descaminhos. Mas que aspectos da evolução humana podem ajudar a compreender nossa condição de saúde atual?

O isolamento das savanas do vale do Rift, na África, foi fundamental para o processo de especiação que antecedeu ao surgimento do *Homo*. O tipo de dieta, a seleção sexual e a termorregulação, bem como a regulação da exposição ao ultravioleta devem ter sido fatores pressionando a seleção e favorecendo a vida naquela savana. Outros aspectos, tais como a capacidade de manipular objetos e de explorar o ambiente, a capacidade de deslocar e transportar materiais e a estruturação de grupos familiares estáveis foram também determinantes em nossa evolução. Todas essas mudanças causariam impactos em nossa fisiologia e morfologia, mas também trariam diferentes problemas de saúde. Esses estão entre os fatores mais valorizados para explicar a seleção das características adaptativas ligadas ao andar bípede e depois à hominização Ao longo desse processo, esses fatores teriam modulado também as interações parasito-hospedeiro, redefinido a trajetória natural da saúde humana ao longo da evolução.

As espécies do gênero *Proconsul*, fósseis de catarrinos, e os primeiros na linhagem humana, são encontrados na África e na Europa a partir do Oligoceno. Começam a ocorrer nos sítios paleontológicos há pouco mais de 20 milhões de anos. Os *Proconsul* não têm cauda, mas já têm cérebros proporcionalmente grandes para os primatas do período, e seus olhos frontalmente posicionados dariam visão estereoscópica semelhante à nossa.

Os *Kenyapithecus*, sucessores na mesma linhagem, fizeram sua expansão há cerca de 15 milhões de anos, e deles são conhecidas duas formas asiáticas: os *Ramapithecus*, tidos como ancestrais dos pongídeos (orangotangos), e os *Sivapithecus,* supostamente relacionados à nossa linhagem. Uma forma europeia desses primatas recebeu o nome de *Oreopithecus* (Simons, 1979).

O período entre 15 milhões e 7 milhões de anos atrás é representado por um grande silêncio paleontológico. À exceção dos pongídeos, cuja ancestralidade em sítios asiáticos pode ser seguida até cerca de 12 milhões de anos atrás, nada sabemos sobre os ancestrais imediatos dos grandes primatas. Entretanto, modelos moleculares com base na comparação da diversidade genética e na frequência de mutações ajudam a construir hipóteses para esse período evolutivo, estimando a antiguidade dos primatas oligocênicos. Com base nesses modelos, o surgimento dos primeiros hominídeos é estimado na transição do Mioceno para o Paleoceno, cerca de 7 milhões de anos atrás (Martin, 2005). De fato, a partir de 7 milhões de anos atrás, quando o registro fóssil volta a trazer informação sobre a evolução humana, primatas bem mais complexos e de grande porte já habitavam a África.

Os ancestrais de gorilas, chimpanzés e humanos teriam vivido em ambientes tropicais quentes e úmidos, como bosques e matas em galeria, e em savanas. A reconstituição paleoambiental até o final do Mioceno mostra que seu ambiente estava sujeito a forte atividade tectônica e vulcânica. Teria havido também episódios de redução das temperaturas e formação de regiões mais secas, com modificação das barreiras geográficas. Assim, os ancestrais de nossa espécie, embora tropicais, teriam sido expostos também a ambientes secos e frios, sob sucessivas e bruscas mudanças climáticas e ecológicas. Esses ciclos de alternância climática coincidem com a emergência dos primeiros hominídeos, sugerindo que a nossa linhagem emergiu sob pressões e desafios adaptativos drásticos.

A julgar pela classificação predominantemente aceita para os hominídeos, a África Oriental, a leste do Rift, foi palco de uma diversificação específica importante. Nessa mesma região da Etiópia, foi encontrado outro hominídeo denominado *Ardipithecus ramidus*; o achado foi publicado recentemente (White *et al.*, 2009), com grande interesse. Sua descoberta vem mudando a interpretação de nossa evolução e relação com os grandes macacos africanos, e confirmando que as tendências evolutivas que distinguem a espécie humana já se estariam fixando muito antes, na forma de padrões de locomoção, estrutura craniana etc.

O maior hominoide conhecido na região pertence ao gênero *Gigantopithecus*, cujos ossos estão em camadas datadas entre 9,5 milhões e 7 milhões de anos. Seguindo-se a esse, encontramos o gênero *Australopithecus*, cujos fósseis mais antigos estão datados entre 5 milhões e 4,5 milhões de anos atrás, e distribuem-se a leste e ao norte do lago Vitória, no Quênia, e em torno do lago Turkana, na Etiópia (Foley, 2003). Apesar de ser um gênero descrito para a África, a literatura atual já registrou o achado de exemplares de *Gigantopithecus* na Ásia, indicando uma dispersão maior do que os modelos convencionais propõem (Wang, 2009).

Bípedes, com a cabeça semelhante à dos chimpanzés atuais e corpo parecido com o humano, os *Autralopithecus* têm sido ícones da hominização. Esse hominídeos são caracterizados pelo andar ereto, maior estatura e robustez que outros primatas contemporâneos, aumento do volume encefálico relativo e redução do aparato mastigador. O *Australopithecus* mais famoso é 'Lucy', um esqueleto bem conservado que permitiu o primeiro estudo detalhado dos membros inferiores deste gênero, ajudando a confirmar a semelhança morfológica e funcional de seu esqueleto com o do gênero *Homo*.

A hipótese de que o bipedismo antecedia ao gênero *Homo* foi confirmada depois pelo achado das pegadas de *Australopithecus* em Laëtoli, na Tanzânia. Essas pegadas, deixadas por diferentes indivíduos em camada de cinza vulcânica datada, confirmaram o que os ossos sugeriam. O bipedismo parece ter representado uma vantagem adaptativa, por ser uma forma de locomoção mais econômica do ponto de vista energético e também por reduzir a área do corpo exposta ao sol, minimizando o aquecimento do corpo na savana. A liberação dos membros anteriores teria permitido também desenvolvimento locomotor de preensão e manipulação, nos cuidados com a prole e nas lutas corporais, vantagens evolutivas substanciais, se somadas ao desenvolvimento social e cultural provido pela encefalização (Napier, 1979).

Os *Australopithecus*, notáveis pela sua distribuição e variedade, tinham capacidade craniana entre 400 e 500 cm^3. São classificados em robustos ou gráceis, pelo seu maior ou menor porte físico, e apresentam morfologia variada, inclusive em relação à anatomia dos ossos dos pés, sendo algumas variantes mais bem adaptadas à bipedestação. Os seus dentes variam na forma, tendo desgastes diferentes que sugerem consumo de alimentos distintos. Isso pode indicar a ocupação variada dos nichos ecológicos como estratégia adaptativa desde então. As principais variantes hoje conhecidas, e consideradas pela maior parte dos paleoantropólogos como espécies são: *A. ramidus, A. anamensis, A. afarensis, A. africanus, A. aethiopicus, A. boisei, A. crassidens* e *A. robustus*.

De acordo com o registro paleontológico atual, os australopitecíneos teriam ocupado as savanas da África Oriental por cerca de 4 milhões de anos, antes que alcançassem a África Meridional. A barreira do vale do Rift parece ter impedido sua expansão para norte e oeste. Ainda assim, dispersaram-se por uma considerável área geográfica e conviveram com ambientes diversos. Hoje há também relativa concordância em relação à hipótese de *A. afarensis*, espécie à qual pertencia 'Lucy', ser a mais provável antecessora do gênero *Homo* (Foley, 2003).

Há 3 milhões de anos, um novo ciclo de aquecimento da Terra fez com que as florestas voltassem a se expandir, chegando inclusive a regiões onde atualmente existe apenas tundra. O mar alcançou 30 metros acima do nível atual e os desertos africanos e asiáticos ficaram muito reduzidos.

O surgimento do gênero *Homo*, há cerca de 2,5 milhões de anos, coincidiu com esse novo ciclo climático. Admite-se que o primeiro representante desse gênero tinha face pouco projetada e crânio mais leve que o do *Australopithecus*, sem os reforços ósseos que suportam a sua potente musculatura mastigatória. Sua dentição era delicada, o cérebro proporcionalmente mais volumoso e os membros inferiores eram plenamente adaptados ao andar ereto. Os achados de seus ossos foram associados a ferramentas rudimentares de pedra lascada, como *choppers* e *chopping-tools*, e aos ossos de animais com marcas sugestivas de cortes ou quebras intencionais, confirmando um comportamento habilidoso diferenciado e o uso regular de ferramentas fabricadas.

Embora a capacidade para fabricar e usar ferramentas seja comum a muitos animais (Bonner, 1983), ela está geralmente associada a comportamentos eventuais e oportunistas, intuitivos, não chegando a caracterizar padrões ou cadeias tecnológicas transmitidas e aperfeiçoadas ao longo de gerações. Alguns raros exemplos, principalmente em primatas como os chimpanzés, por outro lado, apontam para o potencial destes animais em desenvolver soluções criativas para os problemas que encontram em seu ambiente natural. Sendo animais cuja principal característica adaptativa parece ter sido seu potencial exploratório, têm-se mostrado capazes de aprender, ensinar e modificar seu comportamento e seu ambiente, em função de suas experiências e necessidades, mesmo em condições de vida livre (Goodall, 1991). Esse potencial foi certamente um importante fator adaptativo nos grandes primatas e desenvolveu-se na evolução da espécie humana.

Os exemplares de Olduvai e do lago Turkana foram chamados de *Homo habilis*, exatamente porque fabricavam sistematicamente instrumentos. Seu surgimento, assim como o de outros mamíferos, coincide com o início das grandes glaciações, ou Pleistoceno, e a partir desse período há redução do registro fóssil dos *Australopithecus*, sugerindo que os últimos tenham se tornado progressivamente menos adaptados ou competitivos até sua extinção (Foley, 2003).

Esse é um período para o qual não há achados de fósseis humanos em qualquer outro lugar do mundo, o que faz supor que os primeiros representantes do gênero *Homo* tenham permanecido restritos ao território africano por mais de 1 milhão de anos. Sítios arqueológicos sem esqueletos, mas com artefatos de pedra lascada da tradição olduvaiense, indicam que os *Homo* expandiram-se passando a ocupar também o norte da África e a África subsaariana (Foley, 2003). Duas espécies, *H. habilis* e *H. rudolfensis*, chegaram a compartilhar a savana com espécies de *Australopithecus*, antes que os últimos desaparecessem.

Há cerca de 2 milhões de anos, outra espécie arcaica começou a ser encontrada também na África, o chamado *Homo ergaster*. A existência dessa espécie nova, dotada de crânio muito pesado e estrutura óssea mais robusta, com tendência evolutiva para corpos e cérebros maiores, só teria sido viável pelo aumento da disponibilidade de alimentos energéticos, ou seja, pelo uso regular de uma alimentação de alto valor calórico. Essa condição, para a maior parte dos autores atuais, seria provida pelo consumo regular de tutano, gordura animal e caça. Para alguns, essas habilidades teriam se associado inicialmente à exploração de uma fonte de alimentos disponível nas savanas: as carcaças de animais. Mesmo após o consumo de toda a carne e vísceras de uma carcaça, o tutano existente dentro

da medula dos ossos longos é uma rica fonte de energia a ser consumida, sendo raríssimos os animais que têm acesso a esse alimento. As hienas, por exemplo, com mandíbulas e dentes extraordinariamente fortes, são capazes de quebrar os ossos para comer a medula. Mas as ferramentas de pedra já produzidas e manejadas por nossos ancestrais possibilitariam a quebra e abertura dos ossos longos.

Os achados paleontológicos nos sítios africanos sugerem que essa atividade efetivamente foi realizada por aqueles *Homo*. A maior proporção de gordura animal na dieta teria trazido vantagens nutricionais e metabólicas, por ser fonte concentrada de energia.

No entanto, alimentar-se de carcaças de outros animais também introduziria riscos e novas pressões adaptativas relacionadas à saúde, principalmente no que se refere às parasitoses (Reinhard & Urban, 2003; Sianto *et al.*, 2005). Desse modo, o consumo cada vez maior de carne e gordura, a partir da fixação de um padrão de dieta inicialmente carniceiro, depois caçador, teria proporcionado a condição epidemiológica para a emergência de novas doenças infecciosas, e para as pressões adaptativas daí decorrentes.

Tal como outros hominídeos, *H. erectus* também mostra variantes morfológicas que têm levado os paleoantropólogos a propor sua especiação. Para alguns autores, essa tendência à variabilidade, observada na África mas também nos outros continentes, é expressão do potencial polimórfico e politípico presente desde o início da evolução humana, e que se mantém nos humanos modernos. Para outros, essa variedade representa diferentes espécies surgidas em decorrência dos processos de dispersão e adaptação. O aumento da estatura, a maior capacidade craniana, a compleição mais robusta e o progresso tecnológico na fabricação de ferramentas com o lascamento bifacial da pedra, conhecida como indústria acheulense, são característicos dessa etapa evolutiva humana.

Dotados de mais acumulação cultural, esses homens arcaicos ampliaram consideravelmente seus territórios, chegando ao Oriente Médio, Europa e Ásia (Cervera *et al.*, 2001; Foley, 2003; White *et al.*, 2009). Colonizaram uma diversidade de ambientes e atravessaram barreiras geográficas relativamente importantes. Ocuparam tanto áreas tropicais chuvosas quanto terras altas e frias, tornando-se praticamente pandêmicos. Nesse processo, foram expostos a novos ciclos adaptativos e condições de biodiversidade, em climas completamente diferentes da savana. As transições sofridas pelos homens arcaicos em seu processo evolutivo, bem como as diferentes pressões seletivas a que estiveram sujeitos, certamente contribuíram para a diversidade genética. Sem tornar-se nunca extremamente especializados, provavelmente mantiveram também potencial para lidar com exposições variadas a diferentes agravos à saúde, passando por pressões seletivas as mais diversas.

A questão que se coloca em nossos dias, do ponto de vista genético, é a aparente ausência de contribuição dos homens arcaicos para a constituição da humanidade atual. Tudo indica que todos esses grupos que partiram da África na primeira grande diáspora do *H. erectus* e suas variantes desapareceram, sendo substituídos por homens modernos há pouco mais de 100.000 anos.

Desse modo, aconteceram duas grandes diásporas ou dispersões do gênero *Homo*, repetindo a aventura de um gênero viajante. Uma formada por homens arcaicos, cujas classificações se multiplicam hoje, outra formada por homens modernos, física e culturalmente diferentes dos seus predecessores, uma espécie única, apesar de suas muitas diferenças culturais e biológicas. Relacionadas apenas na sua remota ancestralidade africana, essas duas espécies percorreram caminhos semelhantes e provavelmente compartilharam riscos e condições de saúde, tais como os parasitos de origem filogenética.

Todo o processo adaptativo acumulado ao longo de centenas de milhares de anos de existência dos homens arcaicos, exceto naqueles que permaneceram na África, perdeu-se pela substituição completa de populações por um novo estoque genético.

Acredita-se que os homens modernos tenham evoluído a partir de grupos de homens arcaicos que permaneceram na África, já saindo desse continente para ocupar outras terras na forma física atual (Guégan, Prognolle & Thomas, 2008). Os novos viajantes, agora *H. sapiens*, ou homens modernos, refizeram muitos passos de seus ancestrais, foram expostos a ambientes semelhantes e desafiaram diferentes condições de saúde-doença. Dotados de tecnologias mais sofisticadas, também tiveram maior vantagem na superação adaptativa dos desafios colocados diante da colonização do planeta Terra.

PRIMEIRA GRANDE DISPERSÃO: HOMENS ARCAICOS E SEUS RISCOS

O impacto do uso de ferramentas certamente mudou o acesso a alguns recursos alimentares de alto valor energético, como o tutano dos ossos, por exemplo, sendo um marco diferencial para a dispersão dos grupos por maiores distâncias. Acredita-se, portanto, que não foi uma coincidência que a primeira grande expansão humana, tendo como protagonista o *H. erectus*, tenha acontecido apenas após o desenvolvimento de padrões nutricionais mais vantajosos.

Segundo Leonard e Robertson (1994), a disponibilidade de alimentos altamente energéticos teria permitido também o desenvolvimento de cérebros maiores, vorazes consumidores de 20 a 25% da demanda energética diária. Em outros mamíferos, os cérebros consomem apenas de 3 a 5% da energia produzida em uma dieta normal. Entre outros primatas, esse consumo situa-se na faixa de 8 a 10%. Cálculos apresentados por Leonard (2008) propõem que para um *Australopithecus* em repouso, 11% da energia seriam consumidos pelo cérebro, taxa que aumentaria para 16% no *H. erectus*. Isso significa que pelo menos 250 Kcal diárias eram necessárias para o bom funcionamento do cérebro dos primeiros representantes do gênero *Homo*. A associação de cérebros com maior demanda de energia com a mudança de dieta é coerente com a rapidez da expansão de *H. erectus* dentro e fora da África. A demanda por maior quantidade de carne e gordura animal, assim como o desenvolvimento de hábitos carnívoros, carniceiros ou caçadores, aumentaria a pressão por maiores territórios, mas também permitiria maior flexibilidade adaptativa, uma vez que o consumo de carnes ou carcaças torna a dieta mais universal: bisões, gnus, cavalos, mamutes, lobos, ursos, como tantos outros mamíferos de grande, médio ou pequeno porte tornam-se apenas sangue, carne, gordura, vísceras e ossos a serem aproveitados.

A ingestão de partes de outros animais, especialmente não processados pelo cozimento, aumentaria a exposição aos microrganismos, larvas, ovos, e mesmo helmintos adultos, saprófitas e decompositores presentes nas carcaças. A depender dos respectivos ciclos de vida, esses poderiam persistir nas mucosas, pele, tubo digestivo, sangue e outras partes do corpo dos consumidores, antes de serem eliminados ou digeridos.

Conhecem-se cerca de 1.400 espécies de microrganismos com potencial patogênico. Dessas espécies, cerca de oitocentas são compartilhadas com outras espécies de animais. Apenas nos últimos trinta anos, cerca de cinquenta novos parasitos humanos, entre vírus, bactérias, príons, e outros foram identificados e vêm sendo combatidos. A maior parte das doenças infecciosas humanas é compartilhada com outros animais, e os estudos genéticos vêm mostrando que raros parasitos humanos têm sua diversidade associada à evolução humana. Isso significa que a maior parte da sua diversidade foi adquirida antes de adaptar-se à nossa espécie, sendo compartilhada com diferentes espécies de animais. Parte das interações resultantes, como alimentação compartilhada, manipulação, uso de espaços comuns, contatos físicos e outras formas de contágio, certamente permitiu a ocorrência de processos de coevolução e propiciou, como ainda hoje, o surgimento de novas condições de saúde-doença.

Sabemos que uma proporção alta dos parasitos existentes na fauna doméstica, por exemplo, não afeta nossa espécie, protegida pela barreira específica, o que certamente significa que, ao longo de todo esse contato evolutivo, parte dessa exposição foi neutralizada pelas barreiras naturais interespecíficas (Woolhouse & Antia, 2008).

Quadros de falso parasitismo, a permanência de formas parasitárias, inclusive com sua reprodução dentro de organismos que normalmente não seriam seus hospedeiros, têm sido descritos como resultado de práticas alimentares exóticas, tendo sido um problema de saúde inclusive para povos pré-históricos recentes como demonstrado por Araújo e colaboradores (2003), Sianto e colaboradores (2005), entre outros. O aumento de proteína animal na dieta dos hominídeos seria, assim, ao mesmo tempo, uma vantagem adaptativa, mas também um novo tipo de risco. Certamente, o sucesso evolutivo dos *Homo* mostrou que, no balanço de perdas e ganhos, a vantagem foi maior do que a perda. O homem evoluiu onívoro, tendo no consumo de outras espécies de animais um importante suporte de sua dieta.

Muitos dos estudos desenvolvidos atualmente em relação à saúde humana podem ser esclarecidos em perspectiva evolutiva. Infecções, formas de simbiose e comensalismo, doenças parasitárias, infecções na forma endêmica ou epidêmica e outros processos estudados, como os casos de Aids, infecções por ebola, Sars e outros, ilustram situações recentes em que infecções de animais tornaram-se recentemente epidêmicas em humanos (Woolhouse & Antia, 2008), lembrando que esse processo é contínuo.

Ainda que não se disponha de muitos dados sobre os hominídeos, pela falta de achados completos, alguns modelos paleopatológicos baseados no estudo de povos cuja vida poderia ser equiparada à dos povos do Paleolítico, e também modelos obtidos mediante o estudo de populações naturais de primatas, confirmam que são os traumas mecânicos, e não as infecções, que ameaçam seriamente a saúde (Lovell, 1990; DeGusta & Milton, 1998).

O desenvolvimento das áreas frontal e temporal do cérebro é característico da evolução humana. O cérebro de um *Australopithecus* seria semelhante, em forma e tamanho, ao de um chimpanzé atual (Holloway, 1979), sendo capaz de realizar uma série de funções sofisticadas, do mesmo modo que o cérebro do gorila ou do orangotango. Entre as funções mais sofisticadas, estão reconhecer a própria imagem, ter consciência de sua individualidade, distinguindo-se do grupo, formular pensamentos, articular ideias, desenvolver empatia, realizar comunicação intersubjetiva sonora ou mímica, gestual ou facial, planejar ações, resolver problemas e, de modo geral, aprender e ensinar (Fouts, 1998). A organização de unidades sociais e familiares, a adoção de comportamentos que incluem estratégias e habilidades políticas, bem como outras características, também decorrem desse desenvolvimento. Servindo de modelo para a compreensão dos processos de hominização, os primatas oferecem bons exemplos de como o comportamento social, a cultura de grupos e famílias, os sentimentos, as alianças políticas e o apoio social entre indivíduos afetam a possibilidade de sobrevivência (Goodall, 1991).

Desse modo, a expansão hominídea, cujo grande desafio foi sobrevivência em ambientes novos e mutantes, esteve diretamente relacionada à complexificação do comportamento. Segundo Foley (2003), duas importantes características fixadas no período de dispersão da espécie teriam sido a manutenção dos vínculos masculinos de parentesco e o maior investimento na prole. Esse comportamento é referido na literatura como a estratégia dos “filhos caros”. Vínculos políticos fortes entre machos, uma organização social em bandos, o reforço dos laços de parentesco, a existência de famílias estáveis e os cuidados especiais que assegurassem a sobrevivência de uma prole pequena, frágil e fisicamente dependente, teriam relação direta com a encefalização progressiva.

Quando os cérebros maiores tornaram-se favorecidos evolutivamente, a cabeça também aumentou. Ao mesmo tempo, a estrutura óssea da pelve que evoluiu adaptando-se às exigências do andar ereto, horizontal e estreita, tornou o canal de parto um verdadeiro funil evolutivo. Na espécie humana, o parto é mais difícil, demorado e arriscado do que em outras espécies de primatas, porque a passagem da criança se dá por um anel ósseo estreitado pela evolução. Acredita-se que o conflito entre a tendência evolutiva para aumento da cabeça, e para redução do anel pélvico, teria levado ao nascimento de bebês cada vez mais precoces, imaturos, do ponto de vista neuromotor (Campbel, 1974).

Dependentes dos adultos para locomover-se, alimentar-se e aquecer-se, esses filhos passaram a precisar de maior atenção e proteção, bem como a ter mais tempo para aprender. Isso teria favorecido evolutivamente as famílias mais estruturadas e estáveis em torno da prole, e conferido maior flexibilidade adaptativa aos membros da espécie, cada vez mais dependente de comportamentos aprendidos, e não inatos.

Assim, instrumentalizados por um conjunto de atributos biológicos, socioculturais e cognitivos, os homens arcaicos ocuparam todas as terras, à exceção das áreas subárticas, da Oceania (inclusive a Austrália) e da América. A cada novo ambiente, repetiu-se o contato com novos vetores e patógenos, predadores, toxinas e alimentos que contribuíram para manter os polimorfismos e modular o potencial de adaptabilidade fenotípica.

Mas, ao longo da evolução humana, nem tudo se acumulou na forma de genes. Parte importante de nosso processo adaptativo vem de memórias e experiências culturais. O domínio do fogo e seu uso para cozinhar, por exemplo, estariam entre as técnicas mais antigas e úteis desenvolvidas pela humanidade. Esse elemento seria usado não apenas para aquecer-se e defender-se de predadores, mas também para permitir a conservação e aumentar o aproveitamento dos alimentos. Mesmo vegetais como os tubérculos, quando submetidos ao abrandamento prévio pelo fogo, podem ser mais bem digeridos e assimilados.

O cozimento deve ter contribuído progressivamente para a redução da contaminação do alimento, tendo impacto sobre a ingestão de ovos, larvas e microrganismos viáveis. Embora confirmado arqueologicamente apenas para períodos recentes (200.000 anos para a Europa), há evidências sugestivas de que o uso do fogo seja muito mais antigo e tenha acompanhando a expansão asiática do *H. erectus*.

Alguns autores têm aventado a hipótese de práticas canibais entre hominídeos arcaicos, defendendo essa evidência para sítios de até 780.000 de anos. Um exemplo seria o *H. ancestor* de Atapuerca, Espanha (Cervera *et al.*, 2001); o *H. neanderthaensis* de Krapina e Vindija, na Croácia; e o de Moula-Guercy, na França (White, 1992). Diferentes estudos sugerem que o consumo do corpo da mesma espécie também ocorre em outros primatas (Goodall, 1991), e entre grupos humanos chegou a ser procedimento rotineiro em diferentes culturas. Referências arqueológicas e etnográficas para *H. sapiens* descrevem formas de canibalismo ritual, funerário ou não, em todo o mundo (Arens, 1940; White, 1992; Torres, 2006). Práticas desse tipo são características das terras baixas da América do Sul (Métraux, 1947), inclusive o Brasil (Vilaça, 1992). A prática canibal pode ter acompanhado a evolução humana em escala ainda desconhecida, e a sua consequência para a saúde teria relação com algumas doenças causadas por retrovírus, que apenas nas últimas décadas começaram a ser mais bem estudadas na espécie humana (Lindenbaum, 1979).

Há cerca de 700.000 anos, as primeiras mudanças no padrão dos esqueletos de hominídeos arcaicos começam a ser registradas na África (Rightnure, 2009). Há cerca de 300.000 anos, o cérebro dos homens arcaicos já tinha volume superior a mil centímetros cúbicos. O desenvolvimento de formas variantes de arcaicos em diferentes partes do mundo aponta para o lento processo de evolução do homem moderno, aparentemente a partir dos chamados *H. rhodesiensis* e *H. heildebergensis* (Balter, 2009).

Há cerca de 250.000 anos, surgiu a espécie de homem arcaico mais bem conhecida atualmente: o neandertal. Colonizou a Europa, o norte da África e o Oriente Médio, e foi o mais especializado dos hominídeos, adaptado fisicamente a viver no ambiente glaciar do Velho Mundo. Essa espécie recebeu o nome científico de *Homo neanderthalensis*, e seu volume cerebral médio está em torno de 1.520 cm^3, chegando em alguns exemplares a 1.750 cm^3. Esse foi o maior volume encefálico absoluto e relativo já atingido pelo gênero *Homo*. Como seria esperado, levando ao extremo a tendência evolutiva humana de encefalização, essa espécie tornou-se também notável pelos avanços culturais, a chamada cultura mousteriense (Krause, 2004), que só seriam superados pelo homem moderno.

Além de uma indústria lítica lascada peculiar, os neandertais desenvolveram artefatos polidos em osso, chifre e madeira, bem como áreas de habitação adaptadas em cavernas. A realização de alguns enterros, que incluíam até mesmo a deposição ritual de flores, sugere pensamentos e sentimentos relacionados às concepções mágicas e espirituais. O potencial anatômico para uma linguagem falada semelhante à nossa é atestado pela conformação da base do crânio, pelo osso hioide e pelo desenvolvimento da área de Broca no cérebro.

A sobrevivência de indivíduos seriamente mutilados e feridos, demonstrada em estudos bioarqueológicos, indica que sua estrutura social seria bem desenvolvida, capaz mesmo de suprir os menos capacitados (Krause, 2004).

Tudo indica que os neandertais teriam grande demanda energética, o que seria suprido por uma dieta fortemente apoiada na caça da fauna pleistocênica. Uma aproximação a esse padrão pode ser obtida pela observação de grupos vivendo hoje em regiões Árticas (Moran, 1994). Essa adaptação é um fato evolutivo de grande interesse, e leva a pensar também em uma patocenose peculiar, sobre a qual conhecemos muito pouco, principalmente pelo pequeno número de esqueletos bem conservados.

Uma hipótese defendida mais recentemente sugere que o grande desenvolvimento do cérebro nessa espécie também levaria a uma necessidade de dieta que provesse grande aporte energético, o que seria facilmente obtido nas caçadas de megafauna, mas que deve ter se tornado mais difícil, à medida que as mudanças climáticas do degelo fizessem desaparecer suas principais fontes de alimentos.

Para alguns, o grande cérebro dos neandertais e seus corpos adaptados ao frio demandariam aporte calórico muito superior ao dos homens modernos, o que pode ter contribuído para sua extinção, a partir do momento em que o clima mudou e a megafauna que foi sua dieta básica se extinguiu, levando-os a dietas alternativas mais pobres em calorias (Leonard, 2008).

Dos problemas que afetaram a higidez e a saúde conhecidos para esse período, certamente os mais prevalentes são os traumatismos, decorrentes de riscos inerentes às atividades cotidianas, em especial a caça de megafauna. Já exemplares como os de Shanidar mostram também sinais de traumatismos violentos que podem ser consequência de interação intraespecífica, ou de tensão social com outros *Homo*. Em algumas regiões, como o Oriente Próximo, há sítios arqueológicos sugestivos do contato entre homens modernos e homens arcaicos (Bosinski, 2004).

Os últimos neandertais foram encontrados no extremo sul da península Ibérica, na área de Gibraltar, há pouco menos de 30.000 anos. Teriam vivido em climas mais amenos, mas em condições marginais, e sua dieta incluía alimentos de origem marinha (Krause, 2004). Sendo espécies diferentes, teriam competido, sendo possível que a extinção dos neandertais, mais especializados biológica e tecnologicamente, tenha sido acelerada também pelas tensões interespecíficas com os homens modernos.

Para alguns autores, no período mais recente pode ter havido miscigenação das duas espécies de *Homo*. Embora ainda haja muito trabalho por ser feito em paleogenética, até agora não se obtiveram evidências de que o DNA humano atual tenha contribuições do DNA neandertal (Pennisi, 2009).

A transição rápida de um clima glaciar seco e frio para um ambiente mais quente e úmido teria sido acompanhada de aumento da biodiversidade, com destaque para os insetos, e numerosas formas de invertebrados e microrganismos potencialmente patogênicos. Essa mudança por si exporia os neandertais a um terceiro fator importante de adoecimento, nos novos ambientes em que passaram a habitar. Mas é possível também que o contato, mesmo descontínuo, entre homens modernos e arcaicos, tenha proporcionado uma nova situação epidemiológica. Ao conviver pela primeira vez em uma mesma região, sapiens e neandertais teriam confrontado diferentes patocenoses. Portadores de diferentes

histórias evolutivas, diferentes estoques genéticos e hospedando diferentes macro e microrganismos, seus corpos teriam adaptações separadas por centenas de milhares de anos.

Recém-saídos da África tropical, onde estaria toda sua ancestralidade, e não sendo uma espécie tão especializada do ponto de vista físico, os *H. sapiens* poderiam portar mais polimorfismos. Além disso, seriam mais bem adaptados para lidar com a biodiversidade patogênica dos ambientes tropicais e temperados do que aqueles homens das glaciações, adaptados aos estéreis ambientes gelados. Esse contato certamente teria significado risco à saúde, pela aproximação de potencialidades genotípicas, experiências imunológicas e estoques parasitários diferentes. Ingressando com parasitos tropicais em um ambiente esterilizado por décadas glaciares, os homens modernos teriam muito provavelmente contribuído para dispersar pela Europa novos vetores, parasitos e patógenos. O aquecimento do clima e as novas condições de umidade teriam favorecido a inserção de novas espécies, expondo tanto a fauna quanto os neandertais a novos riscos à saúde.

SEGUNDA GRANDE DISPERSÃO: HOMENS MODERNOS E SEUS RISCOS

Há cerca de 150.000 anos começou uma nova diáspora africana: a dos hominídeos anatomicamente modernos. Essa dispersão dos homens modernos foi mais rápida do que a dos arcaicos. Embora não tenhamos dados demográficos para os arcaicos, a amplitude geográfica/quantidade de sítios arqueológicos existentes, para poucas dezenas de milhares de anos, confirma que a expansão populacional moderna foi demograficamente avassaladora, mudando o cenário demográfico da espécie.

Principalmente a partir de 30.000 anos atrás, quando grandes extensões de terras na Europa e na Ásia já estavam livres do gelo, a multiplicação de sítios dos chamados Homens de Cro-Magnon mostra uma cultura sofisticada, que incluía expressões de arte parietal como a Levantina. Suas cavernas pintadas estão em sítios conhecidos como Altamira, na Espanha, e Lascaux, na França.

Da Europa e da Ásia, os homens modernos alcançaram os outros continentes, ainda que em período mais recente. Portanto, apenas o *H. sapien*s dispersou-se como espécie pandêmica, por todo o mundo. Pelas evidências arqueológicas atuais, a travessia das maiores barreiras geográficas, como os oceanos, teria acontecido apenas nos últimos 60.000 anos. Antes do final do último grande período glacial e do domínio europeu pelos Cro-Magnon, outros homens modernos, dotados de recursos tecnológicos que já incluíam a navegação, chegavam a lugares como a Austrália, e pouco mais tarde à América. Dominando tecnologias cada vez mais sofisticadas, o homem tornou-se capaz de explorar e manejar plantas e animais, armazenar bens, construir abrigos adequados a diferentes climas, bem como de confeccionar ferramentas e instrumentos que ampliaram enormemente sua capacidade adaptativa. Dotados de organização social cada vez mais complexa, e de linguagem elaborada, dominaram diversos ambientes, forrageando, caçando e pescando. Exploraram diversas possibilidades econômicas e ocuparam várias terras, limitados apenas pela própria capacidade de obter alimentos naturais (Bocquet-Appel & Najji, 2006).

Os homens modernos diversificaram-se ainda mais do que seus ancestrais arcaicos, na medida em que se dispersaram e colonizaram regiões variadas, do ponto de vista ecológico. A sua natureza polimórfica proporcionou a flexibilidade necessária para adaptar-se. À medida que se adaptava, tornando-se extremamente politípico, fixava fenótipos com características favoráveis às diferentes condições de vida. Entre essas características, algumas condições correspondem a expressões fenotípicas atualmente classificadas como 'doença'. Ainda assim, algumas dessas expressões fenotípicas não teriam surgido se as mudanças culturais e ambientais das últimas décadas não tivessem tornado bem-sucedidos mecanismos milenares de ajuste em dificuldades de adaptação às nossas dietas e estilos de vida atual.

Variações bioquímicas, fisiológicas ou morfológicas que favoreceram a evolução humana tornaram-se condições patológicas ou adaptativamente menos favoráveis à medida que novos ambientes e estilos de vida foram adotados (Dobzanski, 1966; Comas 1967; Moalen & Prince, 2007; Stearns & Koella, 2008; Trevathan, Smith & McKeena, 2008).

Algumas áreas geográficas tornaram-se focos importantes de diversidade genética ou de dispersão de características surgidas de mutações, concentradas a partir de efeitos do tipo fundador ou deriva genética, ou sob pressão da seleção natural. Variantes haplotípicas importantes da espécie humana representam condições evolutivas ou microevolutivas relacionadas com a saúde, como no caso da talassemia, da anemia falciforme, da fibrose cística, da deficiência de lactase e outras. Na geografia da saúde atual, está contida também parte da história evolutiva da espécie humana.

Algumas das mais recentes mudanças nas condições de saúde provavelmente datam do período em que o *H. sapiens* conseguiu atravessar as últimas grandes barreiras geográficas. Ao chegarem à Austrália e a certas ilhas do oceano Pacífico, e à América, nas últimas dezenas de milhares de anos; ou, mais recentemente, nas centenas de ilhas do Pacífico Sul, inclusive na ilha de Páscoa, os homens modernos, mais uma vez, tiveram de lidar com novos ecossistemas e ambientes, em alguns casos muito diferentes daqueles que conheciam. Muitas dessas terras, novas e sob intensa atividade vulcânica e tectônica, teriam mantido em constante mudança o cenário evolutivo humano.

O povoamento da Austrália parece ter se dado entre 120.000 e 60.000 anos atrás, via mar (Nile & Clerk, 1996). Deslocando-se a partir da Sundalândia, área que compreendia Bornéu, Indonésia, Filipinas e outras terras do Sudeste asiático, os grupos humanos alcançariam a região do Timor, de onde podem ter cruzado extensões de mar raso de algumas dezenas de quilômetros, até chegarem a Kimberley, na Austrália atual. Esse continente, por sua vez, estava unido com a Nova Guiné, formando o que se chama Sahul. Outro caminho possível para os primeiros povoadores teria sido diretamente da Sundalândia para a Nova Guiné, e daí para a Austrália. A existência de sítios arqueológicos datados em cerca de 60.000 anos na Austrália e de sítios com apenas a metade desta idade na Nova Guiné sugerem que mais provavelmente a primeira hipótese seja a correta.

Essa travessia teria sido possível porque o nível do mar estaria cerca de 60 m abaixo do atual durante a última grande glaciação, constituindo barreira menos expressiva. Mesmo que a visão direta das terras no horizonte não fosse possível, diferentes sinais da existência de terras seriam percebidos, tal como hoje, por povos litorâneos e navegadores.

Os achados de barcos muito antigos, e a dispersão humana em tantas outras ilhas asiáticas e da Oceania (Ashby, 2004) comprovam o conhecimento da tecnologia necessária para as travessias marítimas, sendo consenso que diferentes grupos em diferentes ocasiões teriam feito as travessias, antes do Holoceno. Para Nile e Clerk (1996), a diversidade cultural, linguística e biológica existente na Austrália reforça essa hipótese.

A maior parte dos autores considera que o povoamento da Oceania e da América deu-se apenas por *H. sapiens* (Lahr & Foley, 1994). Características físicas dos aborígines da Austrália, no entanto, levam alguns a defender outras possibilidades e sugerem que aquela população pode representar miscigenação com homens arcaicos (Hawks *et al.*, 2000).

Com o final do Pleistoceno, os oceanos atingiram novamente seu nível mais alto. Grandes extensões de mar voltaram a separar as terras que compunham Sahul e Sundalândia, isolando as populações que haviam se instalado na Nova Guiné, na Nova Zelândia e na Austrália.

As populações vivendo na Austrália, apesar de seu sistema econômico simples e seu nomadismo restrito, sobreviveram e desenvolveram sofisticados sistemas de crenças e arte, além de um intenso intercâmbio entre si. Apesar de haver mais de quinhentos diferentes grupos tribais e mais de duzentas variações linguísticas no continente australiano, há registro de uma grande integração entre os povos aborígines, para os quais um complexo sistema de

trocas e contatos parece ter vigorado nos tempos mais recentes. Em função de sua história única nos últimos 10.000 anos, os aborígines são considerados o conjunto de povos que se desenvolveram com menor influência externa em todo o mundo, tornando-se a mais antiga cultura sem descontinuidade que conhecemos. Essa condição foi interrompida apenas a partir do século XVIII, com o processo de colonização (Nile & Clerk, 1996).

O povoamento da América teria se dado em diferentes ondas migratórias, ao longo dos últimos 20.000 anos (Lima, 2006). Além da grande diferença de fauna e flora, com impacto na economia, a transição rápida de ambientes na América levaria à exposição a novos ambientes patogênicos. Ainda que polêmica, a rápida ocupação do território, confirmada pela existência de datas muito antigas na América do Sul, sugere que o percurso costeando o litoral tenha sido uma via preferencial de entrada. A esse respeito, trabalhos recentes, em especial as descobertas em Monte Verde, Chile (Dillehay, 1992; Dillehay *et al.*, 2009), comprovam que as adaptações costeiras seriam muito mais antigas do que se supunha. Expostas a diferentes riscos, em terras do interior ou do litoral, essas populações desenvolveram respostas adaptativas diversas, experimentando um novo ciclo de interações parasito-hospedeiro-ambiente.

Há poucos dados arqueológicos que permitam ligar a Ásia à América, e por isso pouco se sabe das levas humanas que migraram de um continente para outro. Não sabemos precisar a quantidade de levas migratórias, nem tampouco as etnias ou culturas que as originaram. Muito do que se propôs nas últimas décadas teve como base estudos linguísticos, antropológicos e genéticos, levando ao modelo das três levas migratórias.

Os Aleuta-Eskimos seguramente teriam entrado nos últimos seis milênios. Essa interpretação é apoiada não apenas pelos dados arqueológicos e linguísticos, mas pelos dados genéticos mais recentes. Os primeiros povoadores e a data de entrada na América, no entanto, ainda são temas polêmicos. Todos os estudos arqueológicos, bioantropológicos e genéticos apontam a Ásia como a origem dos povos que chegaram às Américas. A data da ocupação da Ásia Central pelos humanos modernos seria em torno de 40.000 anos, ainda que haja pouca comprovação arqueológica dessa cronologia. As variações genéticas mitocondriais e do cromossoma Y encontradas para os grupos americanos e asiáticos apontam para uma separação genética, quer dizer, uma primeira entrada na Beríngia, em torno de 20.000 anos atrás. Já a dispersão ao sul das geleiras continentais teria acontecido apenas entre 16.000 e 11.000 anos atrás (Goebel, Waters & O'Rourkes, 2009).

Variações morfológicas nos crânios humanos de sítios mais antigos como Spirit Cave, Keneewick e Lagoa Santa, no Brasil, têm levado à proposição de uma migração diferenciada e mais antiga, depois reposta por grupos mais recentes, ditos mongolizados (Neves *et al.*, 2004, Lahr & Souza, 2006). Os estudos genéticos, no entanto, mostram uma variedade haplotípica reduzida, sugerindo que a origem de todos os nativos americanos de hoje e do passado remete-se a uma única população fundadora. As datas antigas para a América do Sul, a existência de duas morfologias cranianas e os dados do DNA, sugerindo um relógio biológico preciso, levam a interpretação de que apesar das diferenças, paleoíndios e grupos pré-históricos mais recentes, ainda que tenham entrado em diferentes momentos na América, teriam origem na mesma população fundadora (Goebel, Waters, & O'Rourkes, 2009).

O surgimento da morfologia craniana mongolizada na Ásia seria um fato recente (Lahr, 1995). Pode-se admitir que um grupo ainda não mongolizado tenha entrado primeiro para a América. A divisão dos grupos asiáticos em dois tipos dentários principais, sinodontes e sundadontes, parece consistente com essa hipótese e com os achados na América. Paleoíndios têm as características dentárias dos sundadontes (Powell & Neves, 1998), e os estudos com base no cromossoma Y mostram dois padrões distintos para a América, um deles muito mais antigo, reforçando a ideia de duas entradas primordiais (Stix, 2008).

Na América, como nos outros continentes, o progresso tecnológico tem sido sinônimo de expansão territorial e aumento de mobilidade/circulação. Na medida em que as populações se expandiram, a exposição a novas condições

de risco natural ou cultural criaram novas patocenoses (Grmek, 1983), relacionadas aos diferentes estilos de vida e aos ambientes colonizados. A variabilidade genética, potencializada pelos polimorfismos da espécie, contribuíram para tornar cada vez mais diversificadas as condições de saúde, inclusive como resposta à necessidade de adaptar-se. A doença como resposta adaptativa parece ter assumido, a partir dos últimos milênios, uma grande variedade de expressões (Stearns & Koella, 2008).

Embora tenha havido alguns momentos de trocas de espécies entre a Ásia e a América, Novo e Velho mundos permaneceram separados por milênios. Ao chegar à América, as populações teriam se deparado com alimentos novos, plantas com propriedades farmacológicas peculiares e zoonoses específicas (Reinhard, Fink & Skiles, 2003; Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Algumas características observadas entre os povos nativos americanos remetem à ancestralidade comum, como a deficiência de lactase (Wiley, 2008), trazidas da Ásia são mantidas pela ausência de domesticação e uso de leite e derivados entre os povos americanos. Outras, como a ausência de formas de anemia adaptativa, provavelmente se devem à falta de pressão adaptativa como a que foi exercida milenarmente pelas formas mais graves de malária, tanto na Europa como na Ásia e na África.

Muitas das diferenças, inclusive no que se refere à saúde, só muito recentemente começaram a ser esclarecidas. Doenças originárias da América, doenças trazidas de outros continentes, doenças recentes e antigas, parasitoses decorrentes de hábitos alimentares desenvolvidos na América vêm sendo estudadas pela paleopatologia. A isso se acrescentam os estudos recentes da variedade genética das populações ameríndias atuais e antigas, e a compreensão das consequências evolutivas e para a saúde. A prevalência e mesmo a ocorrência de algumas doenças teria sido modificada pelo próprio fato da migração.

A maior parte dos autores concorda que a travessia para o Novo Mundo teria se dado pelo extremo norte da Sibéria (Lima, 2006) por terra, ao longo da ponte de Bering, ou navegando pelos arquipélagos das Kurilas e das Aleutas. É consenso que os grupos que atravessaram para a América teriam sido forçados a habitar, por gerações sucessivas, as regiões frias da Sibéria, as latitudes do Círculo Polar Ártico. Esse longo processo teria contribuído como um filtro, modificando parcialmente o repertório de patógenos. Deve-se lembrar, no entanto, que esse processo seria modulado pela capacidade humana de criar os próprios microambientes, como casas e abrigos, assegurando a persistência de alguns parasitos ou a transmissão de algumas condições patogênicas, que não poderiam persistir no ambiente natural.

Dessa maneira, o filtro do ambiente somou-se sempre ao da cultura, fazendo com que algumas doenças ocorressem mais em alguns grupos humanos do que em outros. Algumas doenças infecciosas, por exemplo, só teriam consequências populacionais importantes onde os agrupamentos humanos atingissem tamanho e densidade determinados. Outras dependeriam de estratégias de subsistência específicas, outras seriam favorecidas pelos hábitos culturais. Os exemplos de interações bioculturais que explicam a prevalência de doenças em grupos humanos são ilimitados.

A evolução humana ligada à saúde, por sua vez, não pode ser separada da evolução dos parasitos e organismos que causam doenças. O estudo evolutivo de microrganismos aponta para o surgimento, ao longo do tempo, de numerosas estratégias evolutivas mediante as quais asseguram sua multiplicação e sucesso (Stearns & Koella, 2008). Causando problemas agudos ou crônicos, levando à morte ou não, esses organismos otimizam sua forma de disseminar-se e perpetuar-se. Nessa perspectiva, as infecções que produzem resposta de imunidade permanente, mas que determinam a morte rápida dos suscetíveis, como as que envolvem certos tipos de vírus, parecem incompatíveis com a manutenção da infecção em pequenas populações, por exemplo. Em grupos grandes ocupando territórios extensos, sempre haveria indivíduos em algum lugar que, não tendo tido contato com a doença, formariam estoque suscetível, suficiente para manter a doença em circulação.

Esse modelo ajudou a explicar por que, na América e em outras áreas, não havia experiência com doenças virais como a varíola e o sarampo, por exemplo. Uma vez que tais infecções fossem naturalmente eliminadas pela morte dos suscetíveis ou pela imunidade dos sobreviventes, o isolamento geográfico em relação do Velho Mundo teria mantido os grupos americanos afastados de novos ciclos de contágio.

Embora algumas áreas urbanas já se encontrassem desenvolvidas na América quando da chegada dos europeus, eram livres das viroses que ocorriam na Europa e África, estando assim suscetíveis ao contágio.

Quando os paleopatologistas iniciaram seus estudos sobre este assunto, a partir da década de 1960, pensaram que esse modelo serviria também para algumas outras infecções, como a tuberculose. Atualmente, porém, já se confirma a possibilidade de que essa doença se mantenha mesmo em pequenas populações, o que ajuda a explicar sua antiguidade na América Pré-histórica (Roberts & Buikstra, 2003).

Ao se dispersar pelo planeta, a espécie humana teria levado consigo algumas doenças, eliminado outras, mas também entrado em contato com novos parasitos. Na América, a doença de Chagas (Reinhard, Fink & Skiles, 2003; Souza *et al.*, 2009), por exemplo, seria uma zoonose do continente que se tornou doença humana endêmica.

A ampliação dos conhecimentos em paleopatologia, no entanto, nem sempre comprova os modelos epidemiológicos propostos. No caso da tuberculose, sua presença na América há quase 3.000 anos antecede em muito os contatos coloniais (Prat & Souza, 2003; Wilbur & Buikstra, 2006). Essa confirmação, feita por Marvin Allison, do Medical College of Virginia em 1973, vem há mais de três décadas obrigando os pesquisadores a repensar modelos epidemiológicos.

OS ÚLTIMOS MILÊNIOS: CULTURA, CUSTOS E BENEFÍCIOS

Os humanos viveram em pequenos grupos na forma mais básica de organização social ao longo de milhões de anos de sua evolução. O pensamento antropológico do século XX, considerando os grupos primitivos contemporâneos, denominou essa estrutura de bandos (Service, 1971; Sahlins, 1974), admitindo que esse modelo de organização fosse uma boa aproximação ao que teriam vivido nossos ancestrais. Bandos são grupos formados por indivíduos que mantêm estreitos laços de parentesco, vivendo em famílias extensas. Costumam ter entre 25 e 125 indivíduos, podendo chegar a trezentos. Esse limite parece ser explicado pelas possibilidades do seu sistema de liderança, distribuição de autoridade e limitação de sua estrutura linguística, geralmente muito simples e reduzida a vocabulários de até seiscentas palavras. A estrutura de bandos teria sido a forma pela qual, ao longo de centenas de milhares de anos, a humanidade se desenvolveu e se dispersou por todo o planeta.

Entre 10.000 e 5.000 anos atrás, em diferentes continentes, as mudanças do ambiente anunciaram a transição definitiva do período geológico conhecido como Pleistoceno, ou das grandes glaciações, para o Holoceno, ou período mais quente atual. Em todos os continentes, ocorreram mudanças forçadas pela necessidade de novo balanço entre a densidade populacional e a sustentabilidade do ambiente. A domesticação, ou controle cultural da produção de plantas e animais, modificaria profundamente a história evolutiva humana. Permitindo a produção privilegiada de alimentos que asseguravam maior aporte calórico à dieta, e formas de controle de estocagem dos excedentes, a domesticação libertou os grupos humanos da oferta espontânea. Em contrapartida, levou a um processo acelerado de redução da mobilidade dos grupos humanos, redução de seus territórios, aglomeração, novas ordens sociais e políticas, e muitas outras mudanças que ocorreram em curtíssimo prazo.

A domesticação, associada às técnicas de conservação de alimentos, permitiu o desenvolvimento de agrupamentos cada vez maiores, e maiores concentrações demográficas. Usada também para a produção de outros bens materiais

e gerando excedentes passíveis de troca e comércio, a domesticação disseminou-se rapidamente em áreas como o Oriente Médio, levando à sedentarização, cujos impactos sanitários nunca haviam sido vivenciados.

Escapando das restrições ditadas pelo ambiente, os grupos humanos modernos iniciariam uma transição que afetaria mais severamente do que nunca suas condições de saúde, obrigando a novos ciclos adaptativos. Essa transição, chamada transição do Neolítico, pela periodização europeia da Pré-história, deu-se de maneira acelerada, e as mudanças na saúde dos grupos humanos ocorreram na maior parte dos continentes (Cohen & Armelagos, 1984; Dittmar & Teegen, 2003; Geigl & Pruvost, 2004). Com a diversidade de estratégias econômicas desenvolvidas nos últimos milênios e com a variedade cada vez maior de ambientes ocupados, além da divergência sociocultural humana desenvolvida nessa fase final de nossa pré-história, as condições de saúde e suas relações com as estratégias de subsistência e estilos de vida foram se multiplicando.

A paleopatologia permite que se tenha uma ideia aproximada da diversidade das condições de saúde ao longo do tempo e do espaço pré-histórico, bem como da repercussão disso sobre a distribuição atual das condições de saúde humanas.

Assim, a transição para a agricultura foi também a primeira grande transição epidemiológica vivida pela espécie. A progressiva dependência de dietas baseadas em carboidratos cultivados, principal fonte de calorias, trouxe a fixação dos grupos familiares aos locais onde o alimento era produzido, em moradias permanentes. O aumento de tamanho dos grupos passou a ser possível e até desejável, já que as atividades agrícolas e as novas formas de organização social o permitiam. A natalidade, assim como a mortalidade e a longevidade mudaram suas proporções, e isso modificou rapidamente o ritmo de crescimento populacional (Hassan, 1981).

Nas áreas onde foi possível comparar estudos paleodemográficos, as taxas de crescimento populacional aumentaram rapidamente com o advento da agricultura. A produção de mais alimentos permite crescer mais; por outro lado, para produzir mais alimentos é preciso crescer mais. Os estudos paleodemográficos desses períodos de transição, em todo o hemisfério Norte, apontam para um rápido aumento das taxas de crescimento populacional (Bocquet-Appel & Najji, 2006).

A saúde de grupos sedentários e numericamente maiores sofreu grandes impactos, principalmente pelo efeito das doenças infecciosas e nutricionais (Cohen & Armelagos, 1984). Uma complexificação social maior trouxe sistemas econômicos e organizações políticas que passaram a permitir agregar cada vez maiores números de indivíduos. Outros níveis de organização, como os de tribos, chefias e estados, foram propostos para explicar esse crescimento (Sahlins, 1974). Grupos formados por grandes estados passaram a se expandir territorialmente em ciclos de dominância política, incluindo grupos menos poderosos ou menores. Valores, sistemas ideológicos, estratégias econômicas, culturas e línguas passaram, assim, a ser transferidos, transformados ou reproduzidos. Em cada região da Terra, a história de expansões de estados, impérios e reinos dotados de maior poder persuasivo, econômico, bélico e outros fez alternar-se a propriedade da terra, transladarem-se indivíduos e grupos, migrarem forçadamente grandes contingentes de populações, implantarem-se novas estratégias econômicas em grandes áreas.

Nos momentos subsequentes, desenvolveram-se a exploração econômica intensiva e a construção de obras humanas de grande impacto sobre o cenário natural. A manipulação da paisagem, com fins econômicos ou como signo de poder, levou a novas condições de vida e também teve impacto sobre a saúde. Ao represar as águas, irrigar terrenos para plantio, desviar o curso de rios, interligar ambientes antes separados, ainda em período pé-histórico o homem modificou a distribuição ou o contato com vetores, agentes patogênicos, riscos naturais, e assim por diante.

Outro exemplo do impacto das mudanças culturais advindas do Neolítico é a capacidade de digerir o leite. Até o Paleolítico, humanos, como outros mamíferos, faziam uso apenas do leite de sua própria espécie durante a primeira infância. A domesticação em algumas regiões levou ao uso de leite de animais como cabras, ovelhas e vacas, que passaram a ser consumidos *in natura* ou na forma de iogurtes, queijos, coalhadas e outros produtos. O processamento cultural do leite o torna mais fácil de digerir, atenuando os problemas decorrentes da falta da lactase, o que permitiu a fixação desse hábito cultural, mesmo entre grupos geneticamente menos aptos. O leite é um alimento muito rico e completo, e tornou-se um suporte alimentar em algumas áreas, como no norte da Europa. Em decorrência disso, a capacidade de digerir o leite, dada pela produção da enzima lactase, passou a ser selecionada positivamente.

A mutação que produz lactase é muito recente e dominante. Sua frequência em diferentes populações humanas é variável, mostrando-se consistente com a história do pastoreio. Os maiores percentuais de indivíduos lactase positivos estão no norte da Europa (95%), entre pastores africanos (80 a 85%) e entre pastores da Ásia Central e Arábia (70%). Os percentuais muito baixos estão entre os povos subsaarianos (10%), os povos do leste e sudeste da Ásia (0 a 5%) e os povos das ilhas do Pacífico (15 a 20%) e da América (0 a 38%). Com os hábitos ocidentais disseminados mundialmente e com o crescente incentivo ao consumo de leite e derivados, temos o paradoxo de um padrão de 'dieta saudável' preconizada com base em um produto para o qual a maior parte da humanidade não está evolutivamente adaptada (Wiley, 2008).

Ao criarem meios de deslocamento cada vez mais rápidos e intensificar a mobilidade, para exploração econômica de recursos naturais ou para trocas e contatos, os grupos humanos aumentaram a disseminação de doenças transmissíveis. As trocas de bens, produtos, práticas, crenças e hábitos, o deslocamento de pessoas para regiões para as quais não estavam adaptadas, ou onde não sabiam prevenir-se dos riscos naturais, propiciou novos ciclos endêmicos e epidêmicos. A concentração dos grupos humanos em áreas produtivas para técnicas agrícolas bem-sucedidas aproximou muito mais pessoas, que passaram a ter contato rotineiro, principalmente com os mecanismos de escambo e trocas que se desenvolveram a partir da produção de excedentes e da especialização produtiva. A fixação a terras produtivas e a complexidade crescente das sociedades levaram a formas de violência mais avassaladoras, por rituais ou pela guerra.

Pela primeira vez na história humana, os impactos das mudanças culturais sobre a saúde ocorreram em escala de populações. Em cidades pré-históricas como Catayulk ou Cahokia, nos Estados Unidos, os benefícios, as mudanças, as vantagens, mas também os problemas podiam atingir milhares. Entre os moches, no Peru, entre os maias, na América Central, entre os romanos, na Europa, entre os egípcios, na África, as mortes eram uma rotina, afetando principalmente homens jovens. Algumas mudanças na saúde, diretamente relacionadas a um estilo de vida e riscos decorrentes, passaram a ser mais permanentes e endêmicas. Guerras, fome e doenças definiram ciclos históricos apocalípticos e registros que ficaram na história.

Para alguns deles, até hoje não se tem uma explicação clara: a peste de Atenas, as pragas do Egito, ou a *colerica passio* de Garcia da Orta, por exemplo (Carvalho, 1992), apesar dos registros escritos. As mudanças decorrentes desses processos afetaram profundamente a saúde humana em escalas antes não conhecidas, contribuindo para a distribuição das condições de saúde conhecidas até tempos históricos recentes.

Ao final da Idade Média, um grande ciclo de desenvolvimento tecnológico acelera as mudanças na saúde de expressão global. Como decorrência de um acúmulo de experiências e avanços, iniciou-se o ciclo das grandes navegações, que colocou definitivamente em contato, em tempos muito mais curtos, os diferentes continentes. Embora os contatos esporádicos por conta da navegação e outros meios de deslocamento já tivessem aberto a passagem entre os continentes, os contatos a grandes distâncias eram esporádicos e pouco fluxo populacional

era possível. A navegação bem-sucedida, que tornou possível cruzar muito rapidamente os oceanos e atingir terras distantes, colocou em contato regular, pela primeira vez, lugares e povos separados por milênios, redistribuindo doenças, projetos políticos, influências culturais. O continente americano abre-se para o contato com outros povos da Europa, e depois da África e Ásia, a partir do século XV, levando a uma intensa troca biológica e cultural de grande significado para a saúde em ambos os lados do Atlântico (Verano & Ubekaler, 1992).

Uma exceção no continente americano foi a travessia do Atlântico Norte pelos vikings, ainda no século XI, na bem-sucedida epopeia de Erik, o Vermelho. Excelentes marinheiros e navegadores, os vikings cristianizados já mantinham colônias na Islândia e na Groenlândia, quando se aventuraram até a América do Norte. Conseguiram chegar até Cumberland Pen. Daí prosseguiram explorando o litoral até as baías de Hudson e Chesapeake. Estabeleceram sua colônia mais ocidental na América do Norte, levando com eles animais domesticados e, por décadas, mantiveram contato com os indígenas da região.

Porém, as dificuldades nas travessias, a distância da Europa, as hostilidades frequentes dos grupos nativos, entre outros fatores, impediram a continuidade do projeto, e a colônia acabou por ser abandonada algumas décadas depois (Pohl, 1968).

O contato pelo Atlântico, mas sobretudo as viagens regulares e o projeto colonial, implementado de fato a partir século XVII, aceleraram esse processo de mudanças. Somou-se a ele a última grande diáspora africana, a da escravidão. O translado forçado de milhões de seres humanos de diferentes etnias da África para a América, como mão de obra escravizada, juntamente com a imensa mortalidade dos grupos indígenas nas áreas colonizadas, constitui um dos mais drásticos processos de que temos notícia, do ponto de vista demográfico. Esse processo, acelerado entre os séculos XVII e XIX, foi acompanhado de uma grande modificação do quadro sanitário em todo o mundo, continuando-se com os impactos da tecnologia e da ciência emergentes.

Com o início da era industrial, no século XIX, uma nova transição epidemiológica se apresentou. A vida urbanizou-se aceleradamente, com as pessoas submetidas a condições de trabalho intensivas, confinadas e distanciadas da produção de alimentos e da autonomia dos pequenos lugares rurais. A densidade da população cresceu com as grandes aglomerações de indivíduos nos diversos ambientes, tanto nas fábricas como nas moradias urbanas. Nas décadas seguintes, houve mudanças ainda mais aceleradas do estilo de vida. Apesar do progresso dos conhecimentos médico-sanitários, tanto de efeito curativo como preventivo, as mudanças que trazem prejuízo à saúde humana parecem avançar mais facilmente do que as que trazem boa qualidade de vida. Apesar do grande impacto dos antibióticos e medidas básicas de higiene sobre a mortalidade, as desigualdades quanto à alimentação, condições de habitação e acesso a bens tornam endêmicas uma série de condições clínico-patológicas. E não há mais tempo biológico para adaptação, as mudanças são contadas em anos, apenas.

Povos tradicionais mudam, em poucos anos, para economias e estilos de vida que incluem numerosos itens de dieta e ferramentas industrializados. Organismos adaptados milenarmente a um certo balanço energético e metabólico estão agora doentes pela dificuldade em se ajustar a tais mudanças. Ao longo da evolução humana, por milhões de anos, lentos ajustes ajudavam a manter o balanço entre a saúde e as condições de vida. Movimentos e mudanças de estilo de vida, acelerados nas últimas décadas, tornam a adaptabilidade, e principalmente a adaptação, um desafio permanente.

Em relação ao povoamento da América, uma das questões mais interessantes é a chamada Síndrome do Novo Mundo. Essa se caracteriza pela alta prevalência de três condições crônicas entre os nativos americanos, que se tornaram verdadeiras endemias: o diabetes, a obesidade e os cálculos biliares. O contato dos grupos nativos americanos com o modo de vida e a dieta ocidental no último século e o profundo impacto das mudanças no estilo de vida e dieta que estes sofreram após o contato têm levado principalmente a índices muito altos de sobrepeso e diabetes.

O balanço energético com a redução do esforço para obtenção de alimentos, que agora são também mais energéticos, tem severos efeitos metabólicos e de acumulação. Entre as explicações mais aceitas está a hipótese do *thrifty genotype*. A seleção milenar que permitiu sobreviver com sucesso no regime de oferta irregular de alimentos do Paleolítico (*feast and famine*) teria levado a um mecanismo metabólico que hoje, com nossa abundância de alimentos, causa problemas de saúde, como o excesso de colesterol e o diabetes. Ao longo da evolução humana, teria havido vantagem adaptativa para os indivíduos capazes de uma rápida liberação de insulina, favorecendo a estocagem de energia durante os períodos de abundância. Em regime de superoferta, esse mecanismo seria responsável pela obesidade e pelo diabetes.

Para Lieberman (2008), a evolução teria condicionado uma vivência frequente de privacidade de alimentos, que teria, entre outras consequências, despertado o impulso para comer sempre que o alimento estivesse disponível. Nas culturas em que a oferta de alimentos aumentou, isso trouxe também consumo muito acima do necessário e dificuldade de controlar ou reduzir a ingesta, mesmo mediante restrições voluntárias, como nas dietas, tornando ainda mais grave o quadro nutricional.

Nessa linha de medicina evolutiva, muitos temas têm sido discutidos. Nossas preferências alimentares, por exemplo, podem ser mais bem compreendidas em uma perspectiva evolutiva. Nossa espécie tem preferência pelos sabores doces e pelos alimentos gordurosos. Isso parece coerentemente relacionado à busca de alimentos de alto valor energético, uma determinante à nossa sobrevivência. Sendo uma espécie dotada de um órgão tão caro quanto o cérebro, isso seria certamente uma vantagem adaptativa (Turner *et al.*, 2008).

Outro aspecto em discussão é o nosso padrão de sono. Considerando comparativamente o sono em diferentes espécies de animais, e também em diferentes culturas humanas tradicionais, Worthman (2008) discute aspectos como a duração e a continuidade do sono, o ambiente em que se deve dormir, a escuridão, o silêncio e o papel da televisão como substituta das fogueiras e dos ruídos que embalaram o sono dos povos humanos por toda sua evolução.

Outros aspectos vêm sendo estudados pela medicina evolutiva. Em muitos casos, a investigação é complementada pelos estudos paleopatológicos. Problemas nunca antes considerados sob o aspecto evolutivo, como a eclampsia, uma doença exclusivamente humana, a adição a drogas ou o mal de altitude, estão sob discussão (Trevathan, Smith & McKeena, 2008). Olhando para o passado, por intermédio dos testemunhos arqueológicos, dos processos genéticos ou de outros tipos de dados, seremos cada vez mais capazes de explicar nossa condição atual de saúde e de desenvolver estratégias futuras para lidar com o que chamamos doenças.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. *et al.* Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl.: 5-11, 2003.

ARENS, W. *The Man Eating Mith*. Oxford: Oxford University Press, 1940.

ASHBY, S. P. Understanding human movement and interaction through the movement of animals and animal products. *In*: MONDINI, M.; MUNOZ, S. & WICKLER, S. (Eds.). *Colonization, Migration and Marginal Areas: a zooarchaeological approach*. Oxford: Oxbow Books, 2004.

AUFDERHEIDE, A. C. & RODRIGUEZ-MARTIN, C. *The Cambridge Encyclopaedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BARNES, E. *Diseases and Human Evolution*. Albuquerque: University of New Mexico Press, 2005.

BALTER, M. New work may complicate history of neanderthal and sapiens. *Science*, 326(5.950): 224, 2009.

BONNER, J. T. *A Evolução da Cultura nos Animais*. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

BOCQUET-APPEL, J-P. & NAJJI, S. Testing the hypothesis of a worldwide Neolithic demographic transition. Corroboration for American cemeteries. *Current Anthropology*, 47(2): 341-365, 2006.

BOSINSKI, H. Sépultures et cimitières. *In*: KRAUSE, E.-B. *Les Hommes de Neanderthal. Le Feu sous la Glace : 250.000 ans d'histoire européenne.* Paris: Éditions Errance, 2004.

BUIKSTRA, J. E. & COOK, D. C. Paleopathology: an American account. *Annual Review of Anthropology*, 9: 433-476, 1980.

CAMPBELL, B. *In Search of Man: some questions and answers in African archaeology and primatology*. São Francisco: Leakey Foundation, 1974.

CARVALHO, D. M. Cólera e Garcia da Orta. *In*: ARAÚJO, A. J. G. de & FERREIRA, L. F. *Paleopatologia & Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Ensp, 1992. (Série Panorama)

CANGUILHEM, G. *O Normal e o Patológico*. Rio de Janeiro: Forense, 1990.

CAVALLI-SFORZA, L. *Évolution Biologique, Évolution Culturelle*. Paris : Odile Jacob, 2005.

CERVERA, J. *et al. Atapuerca: un millón de años de historia*. Madrid: Complutense, 2001.

COCKBURN, A. *Infectious Diseases : their evolution and erradication*. Springfield: Charles C. Thomas, 1967.

COHEN, M. & ARMELAGOS, G. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. New York: Academic Press, 1984.

COMAS, J. *Unidad y Variedad de la Especie Humana*. Cidade do México:Universidade Autônoma do México, 1967.

DeGUSTA, D. & MILTON, K. Skeletal pathologies in a population of *Aloatta palliata:* behavioral, ecological, and evolutionary implications. *International Journal of Primatology*, 19(3): 615-650, 1998.

DILLEHAY, T. Sobre el poblamiento inicial de Sudamérica. *Chungará, Revista Chilena de Antropología*, 11: 13-19, 1992.

DILLEHAY, T. *et al.* Monte Verde: seaweed, food, medicine and the peopling of South America. *Science*, 320: 784-785, 2009.

DITTMAR, K. & TEEGEN, W. R. The presence of *Fasciola hepatica* (Liver – fluke) in humans and cattle from 4,500 year old archaeological site in the Saale Unstrut Valley, Germany. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 141-143, 2003.

DOBZANSKI, T. *L'Homme en Évolution*. Paris: Flammarion, 1966.

EBERT, D. & BULL, J. J. The Evolution and Expression of Virulence. *In*: STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

FOLEY, R. *Apenas mais uma Espécie Única*. São Paulo: Edusp, 1993.

FOLEY, R. *Os Humanos Antes: uma perspectiva evolucionista da humanidade*. São Paulo: Edunesp, 2003.

FÓLLER, M. L. & HANSSON, L. *Human Ecology and Health: adaptation to a changing world*. Gotebörg: Gotebörg University, 1996.

FOUTS, R. *O Parente mais Próximo*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.

GEIGL, E. M. & PRUVOST, M. Plea for a multidisciplinary approach to the study of Neolithic migrations: the analysis of biological witnesses and the input of palaeogenetics. *In*: MONDINI, M.; MUÑOZ, S. & WICKLER, S. (Eds.). *Colonization, Migration, and Marginal Areas: a zooarchaeological approach*. Oxford: Oxbow Books, 2004.

GOEBEL, T.; WATERS, M. R. & O'ROURKES, D. H. The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas. *Science*, 319: 1497-1502, 2008.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. J. G. de & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I:103-118, 2003.

GOODALL, J. *Uma Janela para a Vida: 30 anos com os chimpanzés da Tanzânia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1991.

GRMEK, M. D. *Les Maladies à l'Aube de la Civilisation Occidentale*. Payot: Paris,1983.

GUÉGAN, J. F.; PRUGNOLLE, F. & THOMAS, F. Global spacial patterns of infectious diseases and human evolution. *In*: STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. (Eds.). *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

HASSAN, F. *Demographic Archaeology*. New York: Academic Press, 1981.

HAWKS, J. *et al.* Population bottlenecks and Pleistocene human evolution. *Molecular Biological Evolution*, 17: 2-22, 2000.

HOLLOWAY, R. L. The casts of fossil hominid Brains. *In*: ISAAC, G. & LEAKEY, R. E. F. *Human Ancestors*. San Francisco: Freeman WH and Company, 1979.

INIGUEZ, A. M. *et al. Enterobius vermicularis*: ancient DNA from North and South American coprolites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 67-69, 2003.

KOELLA, J. C. & TURNER, P. Evolution of parasites. *In*: STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. (Eds.). *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

KRAUSE, E. B. *Les Hommes de Néanderthal. Le Feu sous la Glace : 250.000 ans d'histoire européenne*. Paris: Éditions Errance, 2004.

LAHR, M. M. Patterns of modern human diversification. Implications for Amerindian origins. *Yearbook of Physical Anthropology*, 38: 163-198, 1995.

LAHR, M. M. & FOLEY, R. A. Multiple dispersals and modern human origins. *Evolutionary Anthropology*, 3: 48-60. 1994.

LAHR, M. M. & SOUZA, R. G. Populações no Tempo e no Espaço: a origem da diversidade humana nas Américas. *In*: RODRIGUEZ-CARVALHO, C. & SILVA, H. (Orgs.). *Nossa Origem: o povoamento das Américas, visões multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

LEONARD, W. R. Lifestyle, diet and disease comparative perspectives on the determinant s of chronic health risks. *In*: STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

LEONARD, W. R. & ROBERTSON, M. L. Evolutionary perspectives on human nutrition: the influence of brain and body size on diet and metabolism. *American Journal of Human Biology*, 6: 77-88, 1994.

LIEBERMAN, L. S. Diabesity and Darwinian medicine: the evolution of an epidemic. *In*: TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & McKEENA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine and Health: new perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

LIMA, T. A. O povoamento inicial do continente americano: migrações, contextos, datações. *In*: RODRIGUEZ-CARVALHO, C. & SILVA, H. (Orgs.). *Nossa Origem: o povoamento das Américas, visões multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

LINDENBAUM, S. *Kuru Sorcery: diseases and danger in the New Guinea highlands*. Palo Alto: Mayfield Pub. Co., 1979.

LOVELL, N. C. *Patterns of Injury and Illness in Great Apes: a skeletal analysis*. Washington: Smithsonian Institution, 1990.

MARTIN, F. D. *El Largo Viaje: arqueología de los orígenes humanos y las primeras migraciones*. Barcelona: Ediciones Bellaterra, 2005.

MÉTRAUX, A. Mourning rites and burial forms of the South American Indians. *América Indígena*, 7: 7-44, 1947.

MORAN, E. F. *Adaptabilidade Humana: uma introdução à antropologia ecológica*. São Paulo: Edusp, 1994.

MOALEM, S. & PRINCE, J. *A Sobrevivência dos mais Doentes*. Rio de Janeiro: Elselvier, Campus, 2007.

NAPIER, J. The evolution of the hand. *In*: ISAC, G. & LEAKEY, R. E. F. (Eds.). *Human Ancestors*. San Francisco: Freeman WH & Co., 1979.

NEVES, W. A. *et al.* Early holocene human skeletal remains from Cerca Grande, Lagoa Santa, Central Brazil, and the origins of the first Americans. *World Archaeology*, 39: 479-501, 2004.

NILE, R. & CLERK, C. *Cultural Atlas of Australia, New Zealand and the South Pacific*. Oxfordshire: Andromeda Oxford, 1996.

NOZAIS, J. P. The origin and dispersion of human parasitic diseases in the old world (Africa, Europe and Madagascar). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 13-19, 2003.

PENNISI, E. Wanted: clean Neanderthal DNA. *Science*, 323(5.916): 868, 2009.

POHL, F. J. *Os Exploradores Vikings*. Rio de Janeiro: Forense, 1968.

POWELL, J. & NEVES, W. A. Dental diversity of early new world populations: taking a bite out of the tripartite model. *American Journal of Physical Anthropology*, suppl. 26: 179-180, 1998.

PRAT, J. G. & SOUZA, S. M. F. M. Prehistoric tuberculosis in America: adding comments to a literature review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 151-162, 2003.

REINHARD, K. J. & URBAN, O. Diagnosing ancient Diphyllobotirasis from Chinchorro mummies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. II: 191-194, 2003.

REINHARD, K. J.; FINK, M. & SKILES, J. A case of megacolon in Rio Grande Valley as a possible case of Chagas disease. *Memórias dos Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 165-172, 2003.

RIGHTNURE, G. P. Middle and late pleistocene hominids in Africa and Southwest Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(38), 2009.

ROBERTS, C. A. & BUIKSTRA, J. E. The Bioarchaeology of Tuberculosis: a Global Perspective on a Re-emerging Disease. Gainesville: University Press of Florida, 2003.

SAHLINS, M. D. *Sociedades Tribais*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

SERVICE, E. R. *Os Caçadores*. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

SIANTO, L. *et al.* The finding of *Echinostoma* (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated 600–1,200 years before present. *The Journal of Parasitology*, 91: 972-975, 2005.

SIMONS, E. L. The early relatives of man. *In*: ISAC, G. & LEAKEY, R. E. F. *Human Ancestors*. San Francisco: Freeman WH & Co., 1979. p. 22-42.

SOURNIA, J.-C. & RUFFIE, J. *As Epidemias na História do Homem*. Lisboa: Edições Setenta, 1986.

SOUZA, S. M. F. M. *et al.* Sepultamento IV do sítio arqueológico Lapa do Boquete, MG: patologias ósseas, parasitoses e doença de Chagas. *Arquivos do Museu de História Natural Jardim Botânico – UFMG*, 19: 209-230, 2009.

STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. (Eds.). *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

STIX, G. Traces of a distant past. *Scientifc American*, 299: 56-63, 2008.

TORRES, Y. G. *El Sacrificio Humano entre los Mexicas*. Cidade do México: Conaculta, Inah, Fondo de Cultura Económica, 2006.

TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & MCKEENA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine and Health: new perspectives.* Oxford: Oxford University Press, 2008.

TURNER, B. L. *et al.* Human evolution, diet and nutrition: when the body meets the buffet. *In*: TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & MCKEENA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine and Health: new perspectives.* Oxford: Oxford University Press, 2008.

VERANO, J. W. & UBELAKER, D. H. *Disease and Demography in the Americas*. Washington: Smithsonian Institution, 1992.

VILAÇA, A. *Comendo como Gente: formas do canibalismo Wari*. Rio de Janeiro: Eduferj, 1992.

WANG, W. New discoveries of *Gigantopithecus blacki* teeth from Chuifeng Cave in the Bubing Basin, Guangxi, South China. *Journal of Human Evolution*, 57(3): 229-240, 2009.

WHITE, T. D. *Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*. Princeton: Princeton University Press, 1992.

WHITE, T. D. *et al. Ardipithecus ramidus* and the paleobiology of early hominids. *Science*, 326(5.949): 75-86, 2009.

WILBUR, A. K. & BUIKSTRA, J. E. Patterns of tuberculosis in the Americas – how can modern biomedicine inform about the ancient past? *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. II: 59-66, 2006.

WILEY, A. S. Cows milk consumption and health. An evolutionary perspective. *In*: TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & McKENNA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine and Health*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

WOOLHOUSE, M. & ANTIA, R. Emergence of new infectious diseases. *In*: STEARNS, S. C. & KOELLA, J. C. (Eds.). *Evolution in Health and Disease*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

WORTHMAN, C. M. After dark. The evolutionary ecology of human sleep. *In*: TREVATHAN, W. R.; SMITH, E. O. & MCKEENA, J. J. (Eds.). *Evolutionary Medicine and Health: new perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

5

As Ocupações Humanas na Patagônia:
algumas considerações

Ricardo A. Guichón • Matilde Elena Trivi • Lídia Susana Burry

A arqueologia e etnografia da Patagônia podem ser caracterizadas considerando-se os contextos sociais e as comunidades científicas locais, em relação ao que sucede a cada momento no contexto internacional. Nessa perspectiva, é possível pensar uma variabilidade sociocultural mutável 'passada', até outra variabilidade sociocultural (científica) mutável 'atual'. A Patagônia é considerada, por muitos bioantropólogos, uma área periférica. Trata-se de uma das últimas regiões do planeta a serem ocupadas por humanos e seu estudo, em grande medida, tem resultado da aplicação de modelos teóricos surgidos em outros lugares e sido empregado de diversas formas na análise do registro local.

O extremo mais austral da América do Sul apresenta uma rica história de pesquisas realizadas tanto por cientistas chilenos e argentinos[1] como por missões internacionais (francesas, americanas, inglesas e espanholas, especialmente)[2] que, em alguns casos, proporcionaram projetos de cooperação com cientistas locais.

Os estudos sobre paleoambiente na Patagônia começaram no extremo sul com os trabalhos de Von Post (1929) e Auer (1933, 1952, 1958, 1965) na Terra do Fogo, com análises palinológicas de turfeiras antes do início das datações radiocarbônicas.

O objetivo deste capítulo é sintetizar alguns aspectos do processo de contato interétnico e povoamento humano da Patagônia atualmente em discussão. Pode-se entender o ambiente patagônico como uma série de cenários com restrições e facilidades. No contexto desses cenários, que variaram ao longo do tempo, as populações humanas desenvolveram variadas formas de viver, e é necessário fazer referência a suas características gerais, tanto atuais como no passado. Assim, será feita uma tentativa de dar conta da variabilidade, tanto do ambiente, dos últimos 13.000 anos

[1] Ortiz Troncoso (1971a, 1971b, 1972, 1980/81); Munizaga (1978); Orquera *et al.* (1978); Orquera & Piana (1990); Borrero (1979, 1983, 1989/90); Borrero & Casiraghi (1980); Borrero, Casiraghi & Hernández Llosas (1981); Massone (1982, 1983); Martinic (1982); Prieto (1984).

[2] Hyades & Deniker (1891); Vignati (1927); Bird (1938, 1946); Emperaire (1963); Laming-Emperaire (1968a, 1968b, 1968c); Laming-Emperaire, Lavallée & Humbert (1972); Saxon (1976); Hernandez, Lalueza Fox & García-Moro (1997).

à atualidade, como dos resultados de evidências de ocupações humanas antes e depois dos processos de interação interétnica na Patagônia.

O AMBIENTE ATUAL

A América do Sul tem sido considerada uma cunha entre os oceanos Atlântico e Pacífico, com uma coluna vertebral, a cordilheira dos Andes, próxima à costa do oceano Pacífico e orientada do norte ao sul, até a Terra do Fogo, onde muda sua direção para oeste a este. Essas características geográficas ajudam a entender em parte a variedade de ambientes que nela se desenvolvem. Um exemplo dessa variabilidade é a Patagônia, que se localiza no extremo austral, ocupando uma superfície aproximada de um milhão de quilômetros quadrados. Territorialmente, esse espaço corresponde a Chile e Argentina.

A parte argentina da Patagônia estende-se do rio Colorado, aproximadamente aos 37°, até o extremo do continente, a 55º sul, e entre 63° e 74° oeste. Caracteriza-se por duas regiões geomorfológicas: a região andina ou da cordilheira, circunscrita pelo bordo ocidental até o extremo meridional da Terra do Fogo e ilhas adjacentes, e o território extra-andino, que compreende o restante do território. Esta última caracteriza-se por uma paisagem de mesetas recortadas, que declinam em direção aos vales dos rios, acompanhada por cordilheiras baixas e algumas depressões acentuadas, cobertas parcialmente por sedimentos de cascalhos e areia, de natureza vulcânica – piroclástica. As características climáticas mais importantes da região extra-andina são a escassa precipitação e os ventos fortes, que, por provocarem altas taxas de evaporação (Walter & Box, 1983), condicionam um ambiente árido (Beeskow, Del Valle & Rostagno, 1987). Do ponto de vista ecológico, pode-se considerá-la como um território semideserto frio (Soriano, 1983). Em virtude da alta latitude do sul da Patagônia (mais de 48ºS), a duração dos dias varia enormemente entre os meses de verão e inverno.

A maior parte da Patagônia recebe as massas de ar provenientes do Pacífico. Localiza-se entre os anticiclones permanentes do Pacífico e Atlântico (30°S) e o cinturão de baixa pressão subpolar (60°S) (Prohaska, 1976), o que faz com que os movimentos estacionais dos sistemas de baixa e alta pressão e as correntes marinhas determinem o padrão de precipitações (incremento no inverno). Os Andes também exercem um importante papel na determinação do clima, já que sua orientação norte-sul impõe uma barreira para as massas de ar úmido provenientes do Pacífico (Paruelo, Beltran & Jobbagy, 1998). A região encontra-se sob o domínio dos ventos do oeste, ou *westerlies*, que se estendem entre os 30° e 60°S, sendo comuns os ventos com rajadas superiores a 100 km/h.

Quanto à temperatura, é uma região de temperada a temperada-fria (Paruelo, Beltran & Jobbagy, 1998), variando segundo o relevo (Beeskow, Del Valle & Rostagno, 1987) e a distância do mar. Há um aumento notável da temperatura no sentido oeste-este. Desse modo, a diminuição da altura do nível do mar e a proximidade da costa determinam aquecimento paulatino e menor amplitude térmica, ou grau de continentalidade. O fenômeno El Niño é uma das principais fontes de variabilidade interanual das variáveis metereológicas, notando-se que, nos anos em que El Niño ocorre, as temperaturas estivais tendem a ser superiores à média (Kiladis & Diaz, 1989).

Quanto à precipitação, o padrão de circulação geral da atmosfera, a influência das massas de ar do Pacífico e a cordilheira dos Andes, em conjunto, ocasionam um forte gradiente de chuvas de oeste a este (Barros, Sian & Mattio, 1979). A cordilheira impede a passagem dos ventos úmidos provenientes do Pacífico, o que provoca a ascensão das massas de ar úmido e seu consequente resfriamento. Esse fenômeno origina a descarga de umidade em forma de fortes chuvas, ou neve, no curto vão do ambiente da cordilheira, concentrado nas encostas ocidentais.

Nas encostas do lado oriental, as massas de ar descem a terras mais quentes, tornando-se muito secas (Walter & Box, 1983). Assim, na zona oeste da Patagônia extra-andina, o volume de precipitações diminui rapidamente de 600

para 200 mm, mantendo-se abaixo disso (100-200 mm) na região central e causando o ambiente mais seco da área. Essa rápida transição reflete-se em uma mudança brusca de vegetação e um claro limite entre os bosques patagônicos e a estepe. Já as precipitações registradas nos ambientes extracordilheira relacionam-se com os aportes de umidade do Atlântico (Barros, 1976).

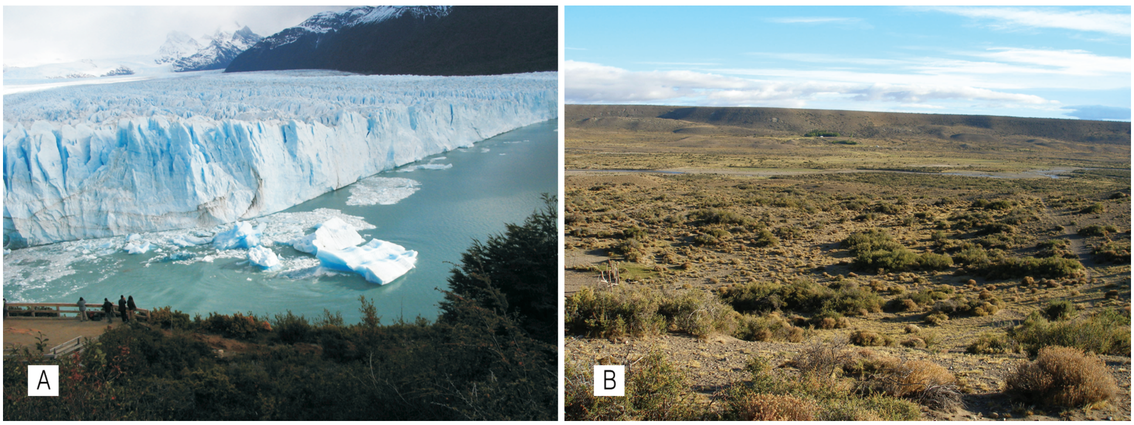
A diversidade de alturas que tem a cordilheira dos Andes nessas latitudes também influi nas condições climáticas. Na parte norte, o clima é temperado e úmido, ao passo que o sul é frio e úmido. A temperatura média varia entre 9,5°C ao norte e 5,4°C ao sul. A precipitação oscila ao norte desde 800 a 4000 mm anuais, e, ao sul, diminui até 500 mm anuais.

A parte chilena da Patagônia tem uma geografia particular, formada por um setor muito fragmentado de ilhas, canais, golfos, penínsulas, arquipélagos, estuários e fiordes, os quais resultam de processos tectônicos de afundamento, ação dos glaciares e da penetração do mar pelos vales ocidentais. Sua zona costeira representa a maior superfície de costa do Cone Sul. Essas condições geográficas, somadas à grande extensão norte-sul da Patagônia chilena, resultam em uma grande variedade de climas: clima de estepe frio semiárido, clima frio de altura, clima temperado frio e úmido de tundra e clima frio oceânico (Paskoff, 1996).

Associada à diversidade de climas, é possível encontrar grande variedade de solos, os quais dão sustento a distintos tipos de formações vegetais. Os solos na região extra-andina são, em geral, pobres em matéria orgânica. A ação dos fortes ventos gera processos erosivos, com a consequente renovação, transporte e deposição de materiais, fenômenos que proporcionam aos processos pedogenéticos um contínuo estado embrionário (Scoppa, 1998). Na região andina, o relevo montanhoso sofre o efeito da ação dos glaciares e a composição litológica original está alterada pelo rejuvenescimento do relevo gerado pela última glaciação e pelo preenchimento posterior de depósitos piroclásticos (Figura 1).

Os solos na zona de arquipélagos são pantanosos, com alto conteúdo de matéria orgânica e umidade. Esses solos proporcionam a formação de turfeiras e se encontram, preferentemente, em zonas de depressão de terreno. Nas zonas mais expostas estão os solos de tundra, rochosos, fortemente erodidos pela ação do gelo e do clima, chegando a uma situação na qual a rocha se encontra na superfície. Também é possível encontrar, nessa área, solos de alta fertilidade originários de cinzas vulcânicas. Por fim, a Ilha Grande da Terra do Fogo, compartilhada pelos dois países, é a ilha de maior superfície na América do Sul. Encontra-se coberta por extensos pampas, que têm sua origem na erosão glacial. Em algumas áreas essa erosão foi extremamente forte, chegando inclusive a formar paisagens geomórficas tão impressionantes como o estreito de Magalhães (Scoppa, 1998; Soriano, 1983).

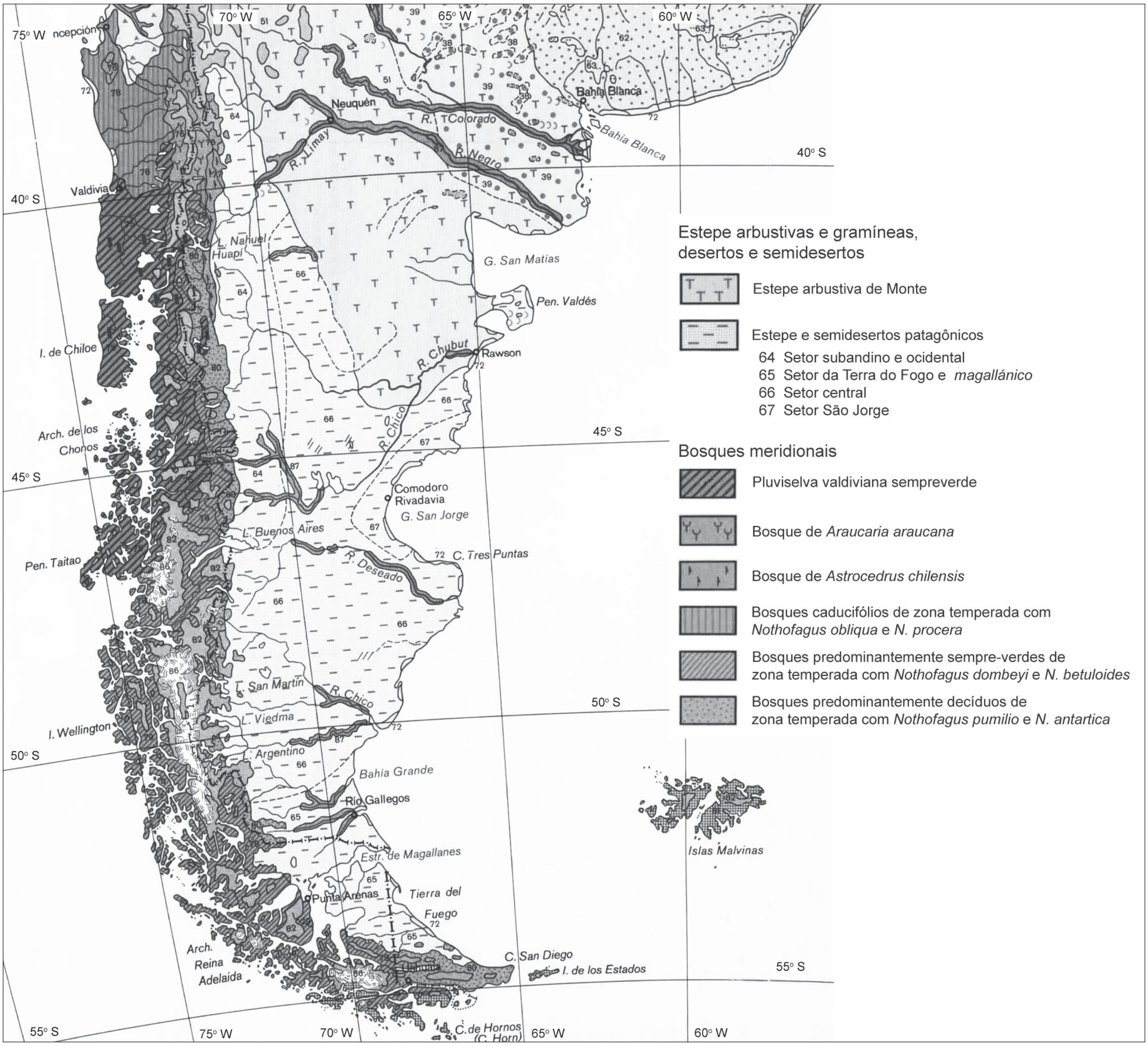
Figura 1 – Glaciar Perito Moreno (A) e estepe arbustiva patagônica (B)



Por fim, com respeito aos tipos de vegetação existentes na Patagônia (Figura 2), é possível encontrar uma clara divisão entre a parte andina (principalmente bosques) e a parte extra-andina (caracterizada por estepes arbustivas e gramíneas) (Soriano, 1956; Dimitri, 1972; Hueck & Seibert, 1981; Cabrera, 1976; León *et al.*, 1998).

Ao longo dos Andes, de norte a sul, e de oeste a este, os bosques mudam sua composição. Nos cumes há a vegetação andina de altitudes altas, e a sudoeste encontram-se os *ventisqueros*, sob neves chuvosas, e campos de neve. Na seção extra-andina desenvolve-se, ao norte, a estepe arbustiva do monte, e mais ao sul as estepes e semidesertos patagônicos, onde se encontram distintos setores em direção oeste-este: Subandino e Ocidental; Central e San Jorge e, em direção ao sul, o setor *magallánico* e da Terra do Fogo, com diferentes fisionomias, associadas a distintas condições de temperatura e umidade (Hueck & Seibert, 1981).

Figura 2 – Tipos de vegetação da Patagônia



PALEOAMBIENTES

Em termos gerais, pode-se assinalar que, desde a transição do último período glacial, nas altas latitudes da América do Sul registraram-se mudanças na vegetação, no volume de massas de gelo e nas condições da superfície do mar. Nesse período de drásticas variações ambientes também ocorreu a extinção da megafauna pleistocênica.

Com base nos estudos de paleoambiente, registraram-se mudanças na extensão das distintas unidades de vegetação da Patagônia: bosque, estepe graminosa e estepe arbustiva, associadas a variações nas condições de temperatura e/ou umidade que ocorreram no Holoceno.

Sabe-se atualmente que, durante o Holoceno, as massas de gelo no hemisfério Sul sofreram flutuações e mudanças, mas não muitas dessas oscilações puderam ser agrupadas por meio de datações radiocarbônicas. Clapperton (1992) elaborou uma sequência preliminar, com base em seus trabalhos e em estudos de Gellatly, Chin e Rothlisberger (1988), em que estabelece os principais intervalos de mudanças climáticas do Holoceno, a partir das flutuações glaciares e de indicadores ambientes. Assim, no hemisfério Sul, localiza-se a intervalos frios e úmidos de avanços glaciares, nos períodos: *ca.* 8.400–7.500 (?) AP (antes do presente); *ca.* 6.300–6.000 AP; *ca.* 5.200–5.000 AP; *ca.* 4.700–3.800 AP; *ca.* 3.500–2.900 AP; *ca.* 2.700–000 AP e a partir de 1250 a 1930 de nossa era. Do mesmo modo, Clapperton (1990) associa com períodos quentes e secos, de retração glacial, os seguintes intervalos: *ca.* 9.700–8.600 AP; depois de 6.500 AP. Essa classificação, porém, baseia-se nos dados disponíveis até o momento e está sujeita a estudos posteriores (Clapperton, 1990).

Com base nos estudos polínicos em sítios arqueológicos da estepe patagônica em Santa Cruz e Chubut, determinou-se a alternância de períodos de aridez com outros mais úmidos (D'Antoni, 1978; Burry & D'Antoni, 2001; Paez, Prieto & Mancini, 1999; Trivi, 2003).

Pendall e colaboradores (2001), considerando as variações observadas nos conjuntos polínicos e a análise de isótopos estáveis de hidrogênio de uma turfeira no canal de Beagle, encontraram que cerca de 2.000 AP ocorreu um período de frio intenso que durou aproximadamente 200 anos. Já Mayoral, D'Antoni e Daleo (1991) estudaram as paleotemperaturas por meio de análises de racemização de aminoácidos de proteínas de plantas fósseis, sugerindo uma elevação de temperatura entre 2.600 e 1.500 AP. Recentemente, Huber, Markgraf e Schäbitz (2004) estudaram a história pós-glacial da Terra do Fogo ao longo dos transectos ao sul da Patagônia e Terra do Fogo, mostrando variações de umidade consideráveis.

Os lagos também representam uma fonte de informação de climas continentais, assim como a oscilação do nível de suas águas é um indicador de variações climáticas, especialmente naqueles nos vales fechados. Foi assim que em vários lagos da Patagônia extra-andina se registraram, durante o Holoceno, eventos de umidade e seca de forma alternada (Mayr *et al.*, 2005; Stine & Stine, 1990; Stine, 1994; Markgraf *et al.*, 2003). Menciona-se a "anomalia climática medieval", correspondente a um aumento de temperatura e/ou diminuição da precipitação ao redor de 700 a 450 anos AP (Haberzettl *et al.*, 2005). Segundo Stine (1994), na América a anomalia começou desde cerca de 1.080 anos AP. Para períodos entre *ca.* 900 e 700 anos AP, nos lagos de menores latitudes da Patagônia, e entre 450 e 300 anos AP nas maiores latitudes, é possível reconhecer o início do aumento do nível das águas, indicando uma diminuição da temperatura e, consequentemente, uma diminuição na evaporação, provavelmente relacionada à "pequena Idade do Gelo". Para finalizar, no último século, registrou-se diminuição de nível em todos os lagos estudados na Patagônia extra-andina.

À instabilidade descrita nos parágrafos anteriores, é necessário agregar eventos estocásticos, como a deposição de cinzas vinculada à atividade vulcânica desde o Quaternário (Stern & Naranjo, 1998), que devem ter tido impacto sobre os recursos e a população humana.

CONTATO, EUROPEUS, INDÍGENAS E FRONTEIRAS

Nos extensos e variados ambientes patagônicos, os primeiros viajantes, servidores públicos, missionários e etnógrafos que chegaram à Patagônia (século XVI em diante) construíram o conhecimento sobre os grupos que habitavam a região, identificados como "sem civilização" e associados à "barbárie".

O modelo tradicional para a Patagônia considerava que: 1) os grupos nômades eram exclusivamente caçadores-coletores (sendo sua atividade predominante a caça de grades presas e coleta uma atividade complementar); 2) seus movimentos (e sua vida) não estavam programados, dado que estavam condicionados pelo ambiente; 3) limitavam suas atividades econômicas à subsistência; e 4) eram "selvagens" por não praticarem a agricultura e formarem povoados. Porém, em períodos mais tardios (do século XV ao XIX, aproximadamente), ao norte da Patagônia, grupos mais sedentários com práticas agrícolas (os Mapuche) interagiram com os grupos nômades (Tehuelche) (Nacuzzi, Lucaioli & Nesis, 2008).

Os indígenas do norte da Patagônia foram chamados de diferentes maneiras: Günü küne, Gününa këna ou Gününa küne ou Tehuelche. Por seu lado, os do sul chamavam-se Aóeni kénk Aônükün'k (Nacuzzi, Lucaoli & Nesis, 2008). Sobre a heterogeneidade de ambientes que se apresenta na Ilha Grande da Terra do Fogo, os primeiros europeus que chegaram à região encontraram populações de caçadores-coletores associadas principalmente ao aproveitamento de recursos continentais, os Selk'nam, e populações especializadas no aproveitamento de recursos marítimos: Yámana e Halakwulup. A relação entre as línguas faladas por esses dois últimos é motivo de controvérsias (Canals Frau, 1953). De acordo com Viegas Barros (1990), existiria um parentesco entre os canoeiros dos canais patagônicos ocidentais e os do canal de Beagle. Já a língua dos Selk'nam tem sido relacionada com os caçadores continentais Tehuelche (Canals Frau, 1953; Gusinde, 1982; Viegas Barros, 1990). Para o extremo sul oriental da Ilha Grande tem-se discutido a presença de outro grupo, os Haush (Gusinde, 1982).

É importante assinalar que há evidências de mudanças culturais, tanto antes como depois da chegada dos europeus à região.[3] Em termos gerais, a Patagônia pode ser entendida como um espaço muito grande, de difícil acesso, e incorporado tardiamente ao domínio espanhol, onde a fronteira entre indígenas e europeus não atuou como limite. Como se mostrou em situações de contato, essas fronteiras constituíram-se em espaços de interação que permitiram aos grupos indígenas exercitar estratégias orientadas para a manutenção de sua autonomia por meio de adaptações políticas e econômicas, mestiçagens biológicas e culturais e reconfigurações étnicas. Na prática, as relações com os europeus se deram por intermédio de caciques, cujas funções não se ajustavam ao modelo europeu, em que o poder econômico e político estavam relacionados à liderança (Nacuzzi, Lucaioli & Nesis, 2008).

Os primeiros povoados europeus na Patagônia iniciaram-se em fins do século XVIII (Nuestra Señora de Patagones, Florida Blanca). Com os primeiros contatos chegam e se dispersam pela Patagônia uma variedade de recursos: gados bovino, ovino e equino. Dessa maneira, os indígenas, além dos recursos autóctones, como presas grandes (guanaco, cervo, ema) e espécies vegetais, como frutos de calafate, madeira de *molle*, juncos e gramíneas, entre outros, incorporam rapidamente os novos recursos, tanto para a dieta como para o intercâmbio entre eles e com europeus (Nacuzzi, Lucaioli & Nesis, 2008).

Tanto antes como depois da chegada dos europeus, com base nas evidências arqueológicas e etnográficas, é possível sugerir que os territórios e as categorias de ações das populações humanas variaram no tempo e no espaço (Barberena, 2008).

[3] A esse aspecto nos referiremos mais adiante neste capítulo.

Como ressaltam Nacuzzi, Lucaioli e Nesis (2008: 65), o intercâmbio e o ganho de excedentes como moeda de troca foi um aspecto importante:

> Os índios do norte da Patagônia vendiam, aos espanhóis do Forte do Rio Negro, gado bovino e equino roubado dos campos de Buenos Aires (AGN IX 16-3-10), em troca de farinha, tabaco, aguardente, panos, chapéus, erva-mate. Esses mesmos índios recebiam em Valdívia (Chile) freios, facas e lanças em troca de cavalos e ponchos (Villarino [1782-83], 1972) que, por sua vez, deviam obter de outros grupos, os Aucas e Mapuches do Pampa. Ademais, por cavalos e peles de guanaco podiam obter pinhões e ovelhas que criavam grupos mais sedentários, como os Pehuenches de Neuquén (Villarino [1782-83], 1972). Os grupos Tehuelches mais ao sul entregavam aos do norte peles de guanaco (muitas vezes fetos de guanaco) em troca de cavalos, tão apreciados, que, entre eles, poucas pessoas usavam. (A. de Viedma [1780–83], 1972)

Para a Terra do Fogo, a ocupação territorial de cada um dos grupos indígenas, assim como a mobilidade dentro de cada território e a interação com grupos vizinhos, tampouco constitui um fenômeno estático no tempo. Por exemplo, Manzi (1991) sugere que a partir de 1880, com a introdução das fazendas e a Missão Salesiana do Rio Grande, criaram-se modificações substanciais quanto aos aspectos assinalados. A autora propõe, para a região "dos caçadores-coletores pedestres", dois modelos etnográficos de mobilidade, um para o período de 1520 a 1880, e outro de 1880 a 1931. É possível sugerir que o hábitat dos grupos canoeiros também tenha mudado com fenômenos tais como a interação com navegantes europeus e as fundações de Punta Arenas (oficialmente en 1848) e da missão anglicana – hoje Ushuaia – no canal de Beagle, em 1869 (Emperaire, 1963).

O POVOAMENTO HUMANO NA PATAGÔNIA

Em termos gerais, até a década de 1970, a história das pesquisas na arqueologia e antropologia física da Patagônia argentina esteve influenciada pela escola "histórico-cultural". Isso implicou manter um enquadramento altamente coerente (bases similares entre ambas especialidades) sustentado pela ênfase na difusão (chegada de outros povos e tradições culturais de outros lugares à Patagônia), pela mestiçagem como fator de mudança e por uma íntima relação entre uma determinada morfologia biológica e um modo de vida (Guichón, 1994).

Mas, depois dos anos 70, algumas das questões em arqueologia que atualmente se encontram em discussão a respeito do povoamento da Patagônia são, em parte, produto da mistura da Escola Histórico Cultural com novos olhares. Isso acontece com: a) o caráter contínuo a partir das primeiras ocupações; b) relativa uniformidade no uso do espaço; c) continuidade desde as primeiras ocupações até as populações históricas; d) íntima relação entre biologia e cultura (exemplos: caçadores terrestres associados a um tipo físico robusto e relativamente alto, e canoeiros associados a um físico robusto, porém menor); e) continuidade nos grupos canoeiros desde as primeiras ocupações até os tempos históricos no canal de Beagle; f) a cordilheira dos Andes e os vales dos rios, considerados como barreiras geográficas para as populações humanas (Borrero, 1995).

A antropologia física[4] da Patagônia, até o fim da década de 1970 e princípios dos anos 80, começa a incorporar algumas ideias delineadas pela teoria sintética da evolução da década de 1950. Quer dizer, concretamente, o conceito de população mais do que o de raça, e a mudança como constante no tempo associada aos fatores evolutivos (deriva, migração, seleção e mutação). Ao considerar a ideia de multiplicidade de caminhos na evolução das populações, e

[4] Em meados da década de 1980, começa a ser conhecida, na Argentina, como antropologia biológica, com os trabalhos de Cocilovo, Carnese e Pucciarelli (Carnese, Cocilovo & Goichoechea, 1991-1992).

rechaçar a relação entre morfologia e cultura, incorpora-se o interesse em representar a "variabilidade". Essas ideias começam a ser aplicadas por meio de desenhos estatísticos uni e multivariados, analisando-se a variação morfológica craniana de materiais de coleções da Patagônia depositadas em museus do Chile e Argentina (Guichón, 1994). Uma deficiência desses estudos, e provavelmente de todos os trabalhos sobre o passado, são os problemas vinculados à qualidade das amostras. Em qualquer definição de população pressupõe-se o controle do que poderíamos denominar coordenadas de variação 'tempo' e 'espaço'. Para o caso da Patagônia, como em outras regiões, nem sempre essa informação está disponível. Portanto, operativamente, as unidades de análise funcionam em muitos casos em termos de 'conglomerados de dados'[5] sobre os quais se estuda o comportamento de variáveis fenotípicas.

Por exemplo, Guichón e colaboradores (1989-90) utilizam, para sua análise, um conglomerado de dados atribuídos a seis regiões da Patagônia (no Chile: arquipélago Guaitecas, Última Esperanza Magallanes, San Gregorio e na Argentina: Deseado, ao norte da província de Santa Cruz, norte da Terra do Fogo e canal de Beagle). A partir dessa informação, estudaram-se as relações e afinidades biológicas sobre a base de dados morfométricos.[6] Nesse trabalho, encontram-se evidências para sustentar a possível existência de dois estoques biológicos, um "Atlântico" e outro "Pacífico", envolvidos no povoamento da Terra do Fogo (Guichón *et al.*, 1989-90). A validade das inferências parte do suposto de que as amostras são representativas de populações. Em geral, para a Patagônia, a maioria dos trabalhos que têm usado coleções supõe que provavelmente a maioria das amostras corresponda a momentos tardios ou de contato (Cocilovo & Guichón, 1985-86, 1999-2000; Guichón *et al.*, 1989-1990; Hernández, Lalueza Fox & García-Moro, 1997). Sobre essa base nomearam-se as amostras estudadas com o nome do grupo etnográfico que ali habitava, não ficando totalmente claro se a ideia era que a amostra correspondia a indivíduos dessas etnias ou à zona de onde eles vinham. Considerando essa situação, temos insistido em utilizar a localização geográfica e não etnográfica (Cocilovo & Guichón, 1985-86, 1999-2000; Guichón *et al.*, 1989-1990).

Em 1989, Borrero propõe um modelo geral de povoamento para a Terra do Fogo, não orientado a apresentar etapas cronológicas,[7] mas fases. Esse esquema pressupõe uma dispersão lenta e propõe um processo não linear:[8] "a) exploração, que se refere à dispersão inicial até uma zona vazia, b) colonização, que se refere à consolidação de grupos humanos em setores determinados do espaço, com área de ação específica, e c) ocupação efetiva, que se refere ao momento em que todo o espaço desejável está sendo utilizado" (Borrero, 1989-1990: 134).

Como assinala esse autor, a incorporação de marcos ecológicos estabelece:

a) uma separação entre o cultural e o biológico (semelhante ao pleiteado pela antropologia biológica);
b) a possibilidade de extinções locais de populações humanas;
c) que as populações indígenas de períodos históricos não descendem de outras que ocuparam a região em períodos mais antigos.

[5] O que denominamos 'conglomerados' comumente são conjuntos de dados (morfológicos) em crânios que, em alguns casos, provêm de escavações arqueológicas sistemáticas e que, em geral, permitem uma identificação espacial com um sítio ou localidade (no melhor dos casos), e, em outros, a uma região.

[6] Quando se estudam relações e afinidades biológicas entre populações com base em variáveis fenotípicas (morfológicas), parte das diferenças ou semelhanças encontradas tem relação com problemas do ambiente (dieta, saúde, atividade). Os estudos de Estilo de Vida na década de 1990 na Patagônia começam a trabalhar estes aspectos (ver mais adiante).

[7] Em outras perspectivas, as palavras 'exploração' e 'colonização' têm sido retomadas para tratar o povoamento da Patagônia, mas fazendo referência a etapas cronológicas (Barrientos & Pérez, 2004; Miotti & Salemme, 2004).

[8] Não se trata de uma proposta que pressupõe uma adaptação progressiva no sentido de que não necessariamente uma população, em uma etapa da colonização, funciona menos eficientemente do que em etapas posteriores.

d) que a heterogeneidade ambiente gera expectativas sobre uso diferenciado dos espaços, a existência de barreiras ou filtros mais ou menos translúcidos e, portanto, distribuições humanas descontínuas.[9]

Em relação à heterogeneidade do ambiente, Borrero (2001) ressalta dois aspectos: o recuo das geleiras e o possível significado dos vales dos rios. No primeiro caso, na perspectiva biogeográfica, o autor assinala o efeito antagônico do recuo das geleiras por uma parte da atual área continental da Patagônia,[10] produzindo "*un incremento de las condiciones de contacto, un aumento de las oportunidades de expansión territorial y de las condiciones para la formación de redes sociales*" (Borrero, 2001: 820). Por outro lado, na Terra do Fogo gerou-se um isolamento de populações por conta do estreito de Magalhães. Já os vales dos rios e a costa do estreito de Magalhães são considerados como possíveis circuitos organizadores das populações humanas, e as mesetas entre os rios, como filtros ou espaços intermediários (Borrero, 2001).

A inexistência, no limite norte da Patagônia, de mudanças bruscas no registro arqueológico e no ambiente (ver descrição do ambiente neste capítulo), permitiu sugerir a existência de uma ampla região de transição e de interação. Concretamente, trabalhos recentes estão desenhando a hipótese de uma expansão populacional, em momentos tardios, do nordeste da Patagônia em direção ao sudeste da região pampeana e sul da região de Cuyo (Barrientos & Pérez, 2004). Em relação a essa região, é importante assinalar que o litoral do norte da Patagônia registra evidências de ocupações humanas 5.000 anos antes do presente. A grande quantidade e diversidade dos sítios com enterramentos humanos, uma das características arqueológica da região, está sendo pesquisada em relação à redução da mobilidade e ao aumento demográfico, bem como ao aumento da tensão social[11] (conflitos intra e intergrupais) em populações caçador-coletoras conjuntamente com a chamada "anomalia climática medieval"[12] (800 a 1320 AD) por Barrientos e Pérez (2004).

Nesse novo contexto, do ponto de vista da antropologia biológica, consideram-se possíveis cenários de povoamento e interação de diferentes fatores microevolutivos que potencialmente operaram (González *et al.*, 2004). Concretamente: a) a deriva genética em grupos fueguinos, logo após a formação do estreito de Magalhães; b) a evolução de diferentes estratégias adaptativas (caça e coleta marinha *versus* caça e coleta terrestre, e c) efeito de fluxo genético proveniente dos grupos do Chile central que se expandiram na Patagônia oriental em épocas históricas (araucanização). Em relação a este último, pergunta-se se a araucanização limitou-se a um processo de difusão cultural ou se trouxe um deslocamento de populações e o consequente fluxo genético. Discutem-se modelos (isolamento adaptativo; isolamento geográfico; isolamento geográfico atenuado) e se contemplam diferentes graus de araucanização.[13] Com base em

[9] Neste contexto se introduz na discussão o conceito de metapopulações associado a interações complexas e substituições populacionais na região (Borrero, 2001).

[10] Na Patagônia continental, houve circulação entre ambos os lados da cordilheira em vários setores. Entre 41°S e ao sul, a 51°30'S. Monte Verde (41°30'S. Chile) é o sítio com datas mais antigas da Patagônia. Já no extremo austral do continente, concentram-se vários dos sítios antigos, como Cuevas Fell (Bird, 1983, 1988), Medio (Nami, 1987; Nami & Nakamura, 1995) e lago Sofia (Prieto, 1991). Para épocas mais recentes, os sítios registrados entre cerca de 46°S e 46°20'S (vale do rio Ibáñez, lago General Carrera-lago Buenos Aires) fazem parte de um provável corredor (Borrero, 2001).

[11] Vignati (1947) e Gómez Otero & Dahinten (1997-1998) encontram evidências de lesões traumáticas, principalmente pontas de projétil incrustadas em ossos em pelo menos 14 ossos de esqueletos (em Barrientos & Pérez, 2004)

[12] Este evento está associado, na Patagônia, ao aumento da temperatura e secas prolongadas (Barrientos & Pérez, 2004).

[13] González e colaboradores (2004) analisaram 230 crânios pertencentes a coleções depositadas em diversas instituições na Argentina, Chile, França, Itália e Suíça, considerando somente os indivíduos sem deformação craniana. Metodologicamente, esquematizaram-se numericamente três modelos para a área da Terra do Fogo – Patagônia, e posteriormente avaliou-se o grau de associação da variabilidade biológica com as predições dos modelos.

variáveis craniofaciais, estimou-se a variabilidade biológica representada em forma de matriz de distância, aplicando-se provas de correlação de matrizes (González *et al.*, 2004).

Sobre a base dessa análise, e tendo em conta modelos arqueológicos, etnográficos e linguísticos, os autores propõem um modelo de povoamento que considera:

> 1. Os grupos fueguinos e patagônicos compartilham um ancestral comum que protagonizou o povoamento antigo da região.
> 2. A Terra do Fogo foi povoada inicialmente por grupos de economia indiferenciada, em algum momento entre 10.000 e 12.000 anos.
> 3. As populações fueguinas permaneceram isoladas do continente durante os últimos 8.000 anos, salvo por uma conexão hipotética entre grupos canoeiros do arquipélago chileno e os grupos do sul continental.
> 4. As populações fueguinas mantiveram altos níveis de fluxo gênico, limitado pela distância geográfica no centro da Patagônia, provavelmente entre a bacia do rio Gallegos e os rios Negro e Colorado.
> 5. A importante migração araucuna proveniente de *allende los Andes* modificou o padrão de distâncias e de variabilidade interna nos grupos patagônicos que recebem o impacto deste fluxo durante um período prolongado: os grupos do norte pré-cordilheira e dos pampas. (González *et al.*, 2004: 93)

Esse trabalho de González e colaboradores (2004) é um dos que melhor representam, até o momento, a complexidade do problema do povoamento humano na Patagônia, utilizando dados morfológicos. Como assinalamos também no caso de Guichón e colaboradores (1989-1990), esses importantes esforços para descobrir a variabilidade das populações humanas e suas mudanças ao longo do tempo devem ainda abordar os problemas da localização temporal e espacial das amostras. Tentar analisar hipóteses tais como a possibilidade de extinções locais de populações humanas e a não necessária descendência das populações indígenas de momentos históricos, proposta pela arqueologia, requer tanto novos desenhos como melhorar o grau de resolução das amostras disponíveis.

A atividade em arqueologia, antropologia biológica e estudos de paleoambiente não está distribuída de forma homogênea na Patagônia. No extremo austral da Patagônia, incluindo a Terra da Fogo, concentram-se, provavelmente, mais de 50% dos projetos de pesquisa da investigação antes mencionada. Isso gera um viés ainda não resolvido. O registro ósseo humano é maior nos setores da costa patagônica do que no interior (Guichón, Barberena & Borrero, 2001). Nos últimos anos, obtiveram-se datações radiocarbônicas de esqueletos com os diferentes tipos de deformação craniana, permitindo a obtenção de um primeiro esquema cronológico sobre essas importantes práticas na Patagônia. Os dados sugerem um provável vínculo temporal com um conjunto importante de vestígios (deformação craniana Circular 8.000 e 3.000 AP, Tabular Oblíqua 3.000–2.000 AP e Tabular Ereta 652-285 AP) (Barrientos & Pérez, 2004).

Na década de 1980, o cenário acadêmico da antropologia biológica da Patagônia, na Argentina, promove o interesse pelos estudos sobre a interação das populações humanas com o ambiente no passado.[14] Esses primeiros

[14] Por um lado, os projetos de colaboração científica em antropologia biológica entre Chile, Brasil, Uruguai e Argentina, originados em meados da década de 80, estimularam a incorporação de novas linhas na Argentina. Foi assim que, sob o marco do projeto Genética y Microevolución de Poblaciones Indígenas Sudamericanas, organizou-se, em 1987 em Buenos Aires, Argentina, o curso Biología y Cultura, Anatomía Funcional y Estilo de Vida, proferido por Walter Neves (Brasil). Esse curso ajudou a promover estudos sobre a subsistência, organização do trabalho e tensão social. Dessa maneira, as linhas de pesquisas experimentais desenvolvidas por Pucciarelli a partir da década de 1970 deram sustento tanto aos estudos morfológicos como à importância de se atentar para fatores ambientes que afetam o fenótipo (Carnese, Cocilovo & Goicoechea, 1991/1992). Da arqueologia, a interação de caçadores-coletores com seu ambiente de alguma forma constituía um terreno fértil para incrementar esses estudos.

trabalhos orientaram-se para o estudo de indicadores biológicos de qualidade de vida (segundo os trabalhos de Wing, Antoinette & Brown, 1979; Huss-Ashmore, Goodman & Armelagos, 1982; Larsen, 1987; Powell, 1985, 1988). Basicamente começa-se a estudar os restos usados nas pesquisas sobre distâncias biológicas, mas que possuíssem esqueleto pós-craniano para explorar a variedade de dieta (por meio, por exemplo, do destaque sobre a presença de cáries, desgaste dental) e saúde (com base em estudos de linhas de hipoplasia, hiperosteose porótica, entre outras) das populações. A informação arqueológica e etnográfica gerou algumas hipóteses explicativas alternativas a respeito da existência de diferenças entre as regiões (Pérez-Pérez & Lalueza-Fox, 1992; Guichón, 1994).

Paralelamente, da arqueologia surge um interesse especial pelos restos humanos para que se realizem estudos de isótopos estáveis e, dessa maneira, se avalie o consumo de dietas baseadas em recursos marinhos e terrestres na Terra do Fogo (Yesner *et al.*, 1991, 2003; Guichón *et al.*, 2001; Schinder *et al.*, 2003; Schinder & Guichón, 2003). O mesmo se dá com os estudos de estilos de vida e isótopos estáveis, permitindo discutir, sobre bases de evidências diretas de consumo de recursos, a tradicional dicotomia entre adaptações marítimas e terrestres na Patagônia Austral.[15] Desse modo, a dispersão dos valores isotópicos permitiu analisar alguns aspectos da mobilidade[16] (Borrero & Barberena, 2006).

Na década de 1990, realizaram-se estudos moleculares sobre restos ósseos de amostras da Patagônia Austral (Lalueza-Fox *et al.*, 1993-1994; Lalueza-Fox, 1995; García-Bour *et al.*, 1998) confirmando a hipótese de que, pelo menos, dois haplótipos, C e D, estavam presentes na região da Patagônia. A esses resultados deve-se agregar a presença, no sítio Baño Nuevo (Patagônia, Chile), do haplótipo B (Moraga *et al.*, 1999). Algumas amostras estudadas por Lalueza-Fox e os restos recuperados em Baño Nuevo têm datações radiocarbônicas associadas, o que permitiu propor a existência de variabilidade haplotípica e de dieta, do Holoceno Médio na Patagônia Austral (Borrero *et al.*, 2001).

Em que pesem as importantes contribuições desses desenhos, tem-se sugerido que a complexidade da problemática do chamado processo saúde-doença requer uma metodologia dialética, para onde confluam descrições detalhadas, formulação de hipóteses diagnósticas e de multicausalidade (Buikstra & Cook, 1980). Essa perspectiva começou a se desenvolver na Argentina nos últimos anos, impulsionada por médicos forenses, como Bosio e seus colaboradores, colegas do Brasil, como Araújo e Mendonça de Souza, e da Espanha, como Rodríguez Martín. Essas hipóteses diagnósticas enfatizaram, mais do que patologias específicas, a atribuição a grandes categorias etiológicas das lesões, tais como: infecciosas, nutricionais e metabólicas, osteoarticulares, traumáticas e vasculares. Da perspectiva mais abrangente, a complexidade está relacionada à 'ecologia de doenças', como um caminho para se entender aspectos do contexto e propor prováveis cenários paleoepidemiológicos (Greenblatt & Spigelman, 2003).

São vários projetos com essa perspectiva paleopatológica iniciados na Patagônia, Guraieb (na região norte da Província de Santa Cruz), Luna (na região sul da Pampa), Flengobord (a nordeste do rio Negro). Na Patagônia Austral, Fugassa, Suby, Burry, Casali, Palacio e Guichón estão trazendo informações relacionadas às alterações na saúde das

[15] Há dois aspectos importantes a destacar em relação aos isótopos estáveis. Em primeiro lugar, a quase inexistência de plantas C4 na Patagônia Austral, o que permite uma discriminação mais clara de dietas terrestres e marítimas. A isso deve-se agregar, em geral, a relativamente boa conservação de restos ósseos em regiões frias e secas, como a Patagônia extra-andina.

[16] Se as populações estão se movendo constantemente pela costa e interior, então suas dietas não deveriam variar em média. Os resultados de isótopos estáveis não sustentam essa hipótese (Borrero & Barberena, 2006). A utilização de recursos marítimos na costa pacífica, a chamada costa úmida, está reconhecida, ao passo que a costa atlântica, costa seca, apresenta uma ampla variedade de casos que são motivo de estudo nos últimos anos.

populações humanas nos seguintes momentos: (a) pré-contato europeu-aborígine,[17] (b) contato europeu-aborígine inicial[18] e (c) contato europeu-aborígine final.[19]

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das pesquisas em antropologia na Patagônia não parece responder a um modelo de paradigmas e crises, tal como proposto por Kuhn (1991), e usado por um de nós para explicar a história das pesquisas na região (Guichón, 1994). Porém, as mudanças graduais, as misturas, a diversidade e o solapamento de perspectivas parecem dar melhor conta dessa complexa história.

A arqueologia, a antropologia social (etnografia, para alguns), a antropologia biológica e os estudos de reconstrução ambiente parecem ter tido histórias paralelas na Patagônia. Depois da década de 1970, a fusão de perspectivas parece ter sido uma constante até a atualidade, com maior ênfase no estudo da variabilidade e mudanças em todos os níveis.

Como se assinalou, existe uma divisão climática importante entre a vertente ocidental e oriental da cordilheira, sendo a primeira uma zona de altas precipitações e categorias menores de variações de temperaturas, e a segunda uma zona de baixas precipitações e de grande amplitude de temperaturas. A primeira zona apresenta-se com um gradiente oeste-leste, onde diminuem as precipitações e umidade, que se relacionam com as mudanças observadas na vegetação. Cabe assinalar que o ambiente árido, característico da Patagônia extra-andina, oferece excelentes condições para a conservação de fósseis, quer se trate de restos ósseos, pólen ou restos vegetais. Não acontece o mesmo na zona da cordilheira, nem na vertente ocidental dos Andes, onde se apresentam condições muito mais úmidas.

Tentamos apresentar um panorama de algumas das atuais discussões referentes ao povoamento humano da Patagônia, até um processo de contato interétnico. É difícil sustentar que um território tão grande e variado como a Patagônia tenha proporcionado poucas formas de exploração dos ecossistemas, pois "*no se requiere tener arpones y canoas para explotar el mar, ni arcos y boleadoras para cazar guanacos*" (Borrero, 2001: 830). Se consideramos que a espécie humana tem capacidade de responder de diferentes maneiras ao mesmo problema, então, como assinala Borrero (2001), há que se permanecer atento à existência de outras formas, ainda que não conhecidas, para essas respostas.

AGRADECIMENTOS

Ao dr. Adauto Araújo, por nos ter convidado a participar, e por sua paciência. A Patricia I. Palácio, por sua colaboração. Ao Departamento de Biologia da Facultad de Cs.Ex y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) e ao Laboratório de Ecología de Evolutiva Humana de Quequén, Unidad de Enseñanza Universitaria Quequén, Faculdad de Ciencias Sociais de la Universidad Nacional del Centro de la Província de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Sociales (UNCPBA). Ao Proyecto de Investigación en Ciencia y Tecnología (Pict) 01520 e a nossas famílias.

[17] Fugassa (2006); Suby (2007).

[18] A partir do estudo de esqueletos recuperados do primeiro assentamento espanhol na Patagônia austral, Nombre de Jesús, 1584 (Guichón *et al.*, 2006; Suby *et al.,* 2006; Senatore *et al.*, 2005; Suby, 2007; Fugassa, Araújo & Guichón, 2006).

[19] Casali, Fugassa & Guichón (2006); Casali (2008).

REFERÊNCIAS

AUER, V. Verschiebungen der Wald und Steppengebiete Feuerlands in Postglazialer Zeit. *Acta Geographica*, 5: 1-313, 1933.

AUER, V. Las capas volcánicas como base de la cronología postglacial de Fuegopatagonia. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*, 9: 1-208, 1952.

AUER, V. The Pleistocene of Fuegopatagonia, part II: The history of the flora and vegetation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, 100: 1- 194, 1958.

AUER, V. The Pleistocene of fuego Patagonia, part IV. Bog profiles. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, AIII 50: 1-239, 1965.

BARBERENA, R. *Arqueología y Biogeografía Humana en Patagonia Meridional*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología, 2008.

BARRIENTOS, G. & PÉREZ, S. I. La expansión y dispersión de poblaciones del norte de Patagonia durante el Holoceno Tardío: evidencia arqueológica y modelo explicativo. *In*: CIVALERO, T.; FERNÁNDEZ, P. & GURAIEB, G. (Eds.). *Contra Viento y Marea: arqueología de Patagonia*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de Antropología, 2004.

BARROS, V. R. Informe climatológico sobre el sudeste de la provincia del Chubut. *Idia*, supl. 35. Caperas / Inta. Buenos Aires, 1976.

BARROS, V. R.; SIAN, B. V. & MATTIO, H. F. Campos de precipitación de la provincia de Chubut (1931-1960). *Geoacta*, 10: 175-192, 1979.

BIRD, J. Antiquity and migrations of the early inhabitants of Patagonia. *Geographical Review*, 28: 250-275, 1938.

BIRD, J. The archeology of Patagonia: handbook of South American Indians. *Bureau of American Ethnology Bulletin*, 143: 17-24, 1946.

BIRD, J. Enterratorios paleo-indios con cremación en las cuevas de Pali-Aike y Cerro Sota en Chile Meridional. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 14: 55-65, 1983. (Ciencias Sociales)

BIRD, J. *Travels and Archaeology in South Chile*. Iowa: University of Iowa Press, 1988.

BEESKOW, A. M.; DEL VALLE, H. E. & ROSTAGNO, C. M. *Los Sistemas Fisiográficos de la Región Árida y Semiárida de la Provincia de Chubut*. Puerto Madryn: Secretaría de Ciencia y Técnica, Delegación Regional Patagónica, 1987.

BORRERO, L. A. Excavaciones en el alero 'Cabeza de León'. Isla Grande de Tierra del Fuego. *Relaciones*, 13: 255-271, 1979. (Nueva Serie)

BORRERO, L. A. On cultural adaptation in the Subantartic Zone. *Current Anthropology*, 24: 241-242, 1983.

BORRERO, L. A. Sites in action: the meaning of guanaco bones in Fueguian Archaeological sites. *Archaeozoologia*, 3: 9-24, 1989.

BORRERO, L. A. Evolución cultural divergente en la Patagonia Austral. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 19: 133-140, 1989-1990. (Ser. Ciencias Sociales)

BORRERO, L. A. Historia reciente de la arqueología patagónica. *Runa*, 22: 151-176, 1995.

BORRERO, L. A. Tafonomía regional en el istmo Bahía Inútil-Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego), 2001. Disponível em: <www.naya.org.ar>.

BORRERO, L. A. & BARBERENA, R. Hunter-gatherer home ranges and marine resources. An archaeological case from Southern Patagonia. *Current Anthropology*, 47: 855-867, 2006.

BORRERO, L. A. & CASIRAGHI, M. Excavaciones en el Sitio Bloque Errático I. San Sebastián, Tierra del Fuego. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 14(1): 129-142, 1980. (Nueva Serie)

BORRERO, L. A.; CASIRAGHI, M. & HERNANDEZ LLOSAS, M. I. Arqueología del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista del Museo Territorial*, 1: 1-23, 1981.

BORRERO, L. A. *et al*. Dieta a partir de isótopos estables en restos óseos humanos de Patagonia Austral: estado actual y perspectivas. *Anales Instituto Patagonia*, 29: 119-127, 2001. (Ciencias Humanas)

BUIKSTRA, J. E. & COOK, D. C. Paleopathology: an American account. *Annual Review of Anthropology*, 9: 433-470, 1980.

BURRY, L. S. & D'ANTONI, H. L. Análisis de polen en el sur de Chubut (Argentina): reinterpretación del perfil del Alero del Cañadón de las Manos Pintadas. *Asociación Paleontológica Argentina*, 8 (Publicación Especial): 65-72, 2001.

CABRERA, A. L. Regiones fitogeográficas argentinas. *In*: ENCICLOPEDIA ARGENTINA DE AGRICULTURA Y JARDINERÍA. Buenos Aires: Editorial Acme Saci, 1976. v. II.

CANALS FRAU, S. *Poblaciones Indígenas de la Argentina*. Buenos Aires: Ed. Sudamericana, 1953.

CARNESE, F. R.; COCILOVO, J. A. & GOICOECHEA, A. S. Análisis histórico y estado actual de la antropología biológica en la Argentina. *Runa Buenos Aires*, 20: 35-67, 1991-1992.

CASALI, R. Contacto interétnico en el norte de Tierra de Fuego: estrategias de resistencia Selk'nam en la misión salesiana La Candelaria. *Magallania*, 36(2): 45-61, 2008.

CASALI, R.; FUGASSA, M. H. & GUICHÓN, R. A. Aproximación epidemiológica al proceso de contacto interétnico en el norte de Tierra del Fuego. *Magallania*, 34(1): 141-155, 2006. Edición electrónica.

COCILOVO, J. A. & GUICHÓN, R. A. Propuesta para el estudio de las poblaciones aborígenes del extremo austral de Patagonia. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 16: 111-123, 1985-1986. (Serie Ciencias Sociales)

CLAPPERTON, C. M. La última glaciación y deglaciación en el Estrecho de Magallanes: implicaciones para el poblamiento de Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de Patagonia*, 21: 113-128, 1992. (Serie Ciencias Humanas)

COCILOVO, J. A. & GUICHÓN, R. A. La variación geográfica y el proceso de micro-diferenciación de las poblaciones aborígenes de Patagonia Austral y de Tierra del Fuego. *Revista Chilena de Antropología*, 15: 9-28, 1999-2000.

D'ANTONI, H. L. Palinología del perfil del Alero del Cañadón de las Manos Pintadas (Las Pulgas, Provincia de Chubut). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 12: 249-262, 1978.

DIMITRI, M. J. *La Región de los Bosques Andino-Patagónicos*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1972. (Colección Científica Inta, 10)

EMPERAIRE, J. *Los Nómades del Mar*. Santiago del Chile: Universidad de Chile, 1963.

FUGASSA, M. H. *Enteroparasitosis en Poblaciones Cazadoras-Recolectoras de Patagonia Austral*, 2006. Tesis Doctoral, Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

FUGASSA, M. H.; ARAÚJO, A. & GUICHÓN, R. A. Quantitative paleoparasitology applied to archaeological sediments. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. II: 29-33, 2006.

GARCÍA-BOUR, J. *et al*. Secuencias de mtDNA de aborígenes de la Tierra del Fuego-Patagonia y el orígen de los fueguinos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 26: 69-75, 1998.

GELLATLY, A. F.; CHINN, T. J. I. & ROTHLISBERGER, F. Holocene glacier variations in New Zealand: a review. *Quaternary Science Reviews*, 7: 227-242, 1988.

GÓMEZ OTERO, J. & DAHINTEN, S. Costumbres funerarias y esqueletos humanos: variabilidad y poblamiento en la costa nordeste de la provincia de Chubut (Patagonia Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 22-23(n.s.): 101-124, 1997-1998.

GONZÁLEZ, R. J. *et al*. Hipótesis acerca del poblamiento de Tierra del Fuego-Patagonia a partir del análisis genético-poblacional de la variación craneofacial. *Magallania*, 32: 79-98, 2004.

GREENBLATT, C. L. & SPIGELMAN, M. *Archaeology, Ecology, and Evolution of Infectious Disease*. New York: Oxford University Press, 2003.

GUICHÓN, R. A. *Antropología Física de Tierra del Fuego: caracterización biológica de las poblaciones prehispánicas*, 1994. Tesis Doctoral, Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

GUICHÓN, R. A.; BARBERENA, R. & BORRERO, L. A. ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos humanos en Patagonia Austral? *Anales Instituto Patagonia*, 29: 103-118, 2001. (Ciencias Humanas)

GUICHÓN, R. A. *et al*. Contribución al conocimiento de las relaciones biológicas entre las poblaciones aborígenes de Patagonia Austral y Tierra del Fuego. *Runa*, 19: 27-39, 1989-1990.

GUICHÓN, R. A. *et al*. Nuevas determinaciones de isótopos estables para Tierra del Fuego. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 3: 113-126, 2001.

GUICHÓN, R. A. *et al*. Health at the time of native-european contact in Southern Patagonia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. II: 97-105, 2006.

GUSINDE, M. *Los Indios de Tierra del Fuego*. Buenos Aires: Centro Argentino de Etnología Americana (Conicet), 1982.

HABERZETTL, T. *et al*. Climatically induced lake level changes during the last two millennia as reflected in sediments of Laguna Potrok Aike, southern Patagonia (Santa Cruz, Argentina). *Journal of Paleolimnology*, 33: 283-302, 2005.

HERNÁNDEZ, M.; LALUEZA FOX, C. & GARCÍA-MORO, C. Fueguian cranial morphology: the adaptation to a cold, harsh environment. *American Journal of Physical Anthropology*, 103: 103-117, 1997.

HUBER, U. M.; MARKGRAF, V. & SCHÄBITZ, F. Geographical and temporal trends in Late Cuaternary fire history of Fuego-Patagonia, South America. *Quaternary Science Reviews*, 23: 1.079-1.097, 2004.

HUECK, K. & SEIBERT, P. *Vegetationskarte von Südamerika*. Stuttgart, New York: Gustav Fischer, Verlag, 1981.

HUSS ASHMORE, R.; GOODMAN, A. H. & ARMELAGOS, G. J. Nutritional inference from paleopathology. *Advances in Archeological Method and Theory*, 5: 395-474, 1982.

HYADES, P. & DENIKER, J. Anthropologie et ethnographie. *In*: HYADES, P. & DENIKER, J. *Mission Scientifique du Cap Horn, 1882-1883*. Paris: Gauthier-Villars et Fils, 1891. v. VII.

KILADIS, G. N. & DIAZ, H. F. Global climate anomalies associated with extremes of the Southern oscillation. *Journal of Climate*, 2: 1.069-1.090, 1989.

KUHN, T. S. *La Estructura de las Revoluciones Científicas* [1962]. 3. reimpr. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1991.

LALUEZA-FOX, C. *Recuperación de DNA Mitocondrial y Caracterización de Variabilidad en Poblaciones Antiguas*, 1995. Tesis Doctoral, Barcelona: Universitat de Barcelona.

LALUEZA-FOX, C. *et al*. Ausencia de la deleccion de 9bp COII/tRNAlys en aborígenes de Fuego-Patagonia mediante análisis de DNA antiguo. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 22: 181-191, 1993-1994. (Ciencias Sociales)

LAMING-EMPERAIRE, A. Quelques étapes de l'ocupation humaine dans l'extrême sud de l'Amérique australe. *In*: CONGRÈS INTERNATIONAL DES AMÉRICANISTES III BUENOS AIRES, XXXVII, 1968a, Buenos Aires.

LAMING-EMPERAIRE, A. Missions archéologiques françaises au Chili austral. Quelques datations des sites par le radiocarbone. *Journal de la Societé des Américanistes*, 57(n.s.): 77-99, 1968b.

LAMING-EMPERAIRE, A. *Le Site Marassi en Terre de Feu*. Rehue: Universidad de Concepción, 1968c.

LAMING-EMPERAIRE, A.; LAVALLEÉ, D. & HUMBERT, R. Le site de Marazzi en Terre de Feu. *Objets et Mondes*, 12: 225-244, 1972.

LARSEN, C. S. Bioarchaeological interpretations of subsistence economy and behavior from human skeletal remains. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 10: 339-445, 1987.

LEÓN, R. J. C. *et al*. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral*, 8: 125-144, 1998.

MANZI, L. M. De cómo y dónde se movían los grupos cazadores-recolectores pedestres de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *In*: CONGRESO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA ARGENTINA, X, 1991, Catamarca. *Anais...* Catamarca: Comunicaciones de Patagonia y Tierra del Fuego, 1991. Tomo 3.

MARKGRAF, V. *et al*. Holocene palaeoclimates of southern Patagonia: limnological and environmental history of Lago Cardiel, Argentina. *The Holocene*, 13: 581-591, 2003.

MARTINIC, M. B. *La Tierra de los Fuegos: historia, geografía, sociedad, economía*. Municipalidad de Porvenir, Tierra del Fuego: Museo Municipal, 1982.

MASSONE, M. M. *Cultura Selk'nam (Ona)*. Santiago del Chile: Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación, 1982. (Serie el Patrimonio Cultural Chileno, Colección Culturas Aborigenes)

MASSONE, M. M. 10400 años de colonización humana en Tierra del Fuego. *Revista Infórmese*, 14, ano III: 24-32, 1983.

MAYORAL, A.; D'ANTONI, H. L. & DALEO, G. Present state of studies on aminoacid racemization in fossil plant proteins. *Bamberger Geographische Schriften*, 11: 229-234, 1991.

MAYR, C. *et al*. Palaeoenvironmental changes in southern Patagonia during the last millennium recorded in lake sediments from Laguna Azul (Argentina). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 228: 203-227, 2005.

MIOTTI, L. & SALEMME, M. Poblamiento, movilidad y territorios entre las sociedades cazadoras-recolectoras de Patagonia. *Complutum*, 15: 177-206, 2004.

MORAGA, M. *et al*. Análisis de DNA en esqueletos humanos del arcaico temprano y fauna asociada excavados en la estepa patagónica. *In*: JORNADAS NACIONALES DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA, IV, 1999, Jujuy. *Programa y Resúmenes...* Jujuy: Universidad Nacional de Jujuy, 1999.

MUNIZAGA, J.R. Paleoindio en Sudamérica (restos óseos humanos de la las cuevas de Palli Aike y Cerro Sota, provincia de Magallanes, Chile) 1. *Anales de la Universidad del Norte*, 10: 19-30, 1978.

NACUZZI, L. R.; LUCAIOLI, C. P. & NESIS, F. S. *Pueblos Nómades en un Estado Colonial, Chaco, Pampa, Patagonia, Siglo XVIII*. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Antropofagia, 2008.

NAMI, H. Cueva del Medio: perspectivas arqueológicas para la Patagonia Austral. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 17: 73-106, 1987.

NAMI, H. & NAKAMURA, T. Cronología radiocarbónica con AMS sobre muestras de huesos procedentes del sitio Cueva del Medio (Última Esperanza, Chile). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 23: 125-133, 1995.

ORQUERA, L. A. & PIANA, E. L. Canoeros del extremo austral. *Ciencia Hoy*, 6: 18-27, 1990.

ORQUERA, L. A. *et al*. *Lancha Packewaia, Arqueología de los Canales Fueguinos*. Buenos Aires: Huemul, 1978.

ORTIZ TRONCOSO, O. R. Reconocimiento arqueológico del fiordo Parry, Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 1-2: 28-34, 1971a.

ORTIZ TRONCOSO, O. R. Antecedentes históricos y prospección arqueológica de las islas Isabel, Santa Marta, Magdalena y Contramaestre, Estrecho de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 1: 83-85, 1971b.

ORTIZ TRONCOSO, O. R. Nota sobre un yacimiento arqueológico en el archipiélago del cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, III(1-2): 83-85, 1972.

ORTIZ TRONCOSO, O. R. Inventory of radiocarbon Dates from Southern Patagonia and Tierra del Fuego. *Journal de la Société des Americanistes*, 67: 185-211, 1980-1981.

PAEZ, M. M.; PRIETO, A. R. & MANCINI, M. V. Fossil pollen from Los Toldos locality: a record of the Late-glacial transition in the Extra-Andean Patagonia. *Quaternary International*, 53/54: 69-75, 1999.

PARUELO, J. M.; BELTRAN, A. & JOBBAGY, E. The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral*, 8: 85-101, 1998.

PASKOFF, R. *Atlas de las Formas de Relieve de Chile*. Santiago del Chile: Instituto Geográfico Militar, 1996.

PENDALL, E. *et al*. Multiproxy record of late Pleistocene-Holocene climate and vegetation changes from a peat from Patagonia. *Quaternary Research*, 55: 168-178, 2001.

PÉREZ-PÉREZ, A. & LALUEZA FOX, C. Indicadores de presión ambiental en aborígenes de Fuego-Patagonia. Reflejo de la adaptación a un ambiente adverso. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 21: 99-108, 1992. (Ciencias Humanas)

POWEL, M. L. The analysis of dental wear and caries in dietary reconstruction. *In*: GILBERT, R. I. & MIELKE, J. H. (Eds.). *The Analysis of Prehistoric Diets*. New York: Academic Press, 1985.

POWELL, M. L. *Status and Health in Prehistory: a case of study of the Moundville Chiefdom*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1988.

PRIETO, A. Cuadro cronológico de referencias bioambientales para Patagonia Austral y Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 15: 47-51, 1984. (Ser. Ciencias Sociales)

PRIETO, A. Cazadores tempranos y tardíos en Cueva Lago Sofía 1. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 22: 91-100, 1991.

PROHASKA, F. The climate of Argentina, Paraguay, and Uruguay. *In*: SCHWERDTFEGER, W. (Ed.). *Climates of Central and South America*. Amsterdam: World Survey of Climatology Elsevier 2, 1976.

SAXON, E. C. La prehistoria de Fuego-Patagonia: colonización de un habitat marginal. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 7: 63-73, 1976.

SCHINDER, G. & GUICHÓN, R. A. Isótopos estables y estilo de vida en muestras óseas.humanas de Tierra del Fuego. *Magallania, Anales del Instituto de la Patagonia*, 31: 33-44, 2003. (Serie Ciencias Humanas)

SCHINDER, G. *et al*. Inferencias paleodietarias mediante isótopos estables en restos óseos humanos provenientes de Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 5: 15-23, 2003.

SCOPPA, C. O. Los Suelos. *In*: CORREA, M. (Ed.). *Flora Patagónica*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1998. (Colección Científica Inta, VIII)

SENATORE, M. X. *et al*. Arqueología en la Ciudad del Nombre de Jesús: vida y muerte en el Estrecho de Magallanes hacia fines del siglo XVI. *In*: JORNADAS DE ARQUEOLOGÍA DE LA PATAGONIA, VI, 2005, Punta Arenas. *Anais...* Punta Arenas, 2005.

SORIANO, A. Los distritos florísticos de la provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 10: 321- 357, 1956.

SORIANO, A. Deserts and semi-deserts of Patagonia. *In*: WEST, N. E. (Ed.). *Temperate Deserts and Semi-Deserts*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1983.

STERN, C. & NARANJO, J. Summary of the Holocene eruptive history of the Hudson Volcano: la erupción del volcán Hudson en agosto de 1991. *In*: BITSCHENE, P. R. & MENDÍA, J. (Eds.). *The August 1991 Eruption of the Hudson Volcano (Patagonian Andes): a thousand days after*. Rivadavia: UNPSJB - Servicio Geológico Nacional, 1998.

STINE, S. Extreme and persistent drought in California and Patagonia during medieval time. *Nature*, 369: 546-549, 1994.

STINE, S. & STINE, M. A record from Lake Cardiel of climate change in southern South America. *Nature*, 345: 705-707, 1990.

SUBY, J. A. *Propiedades Estructurales de Restos Óseos Humanos y Paleopatología en Patagonia Austral*, 2007. Tesis Doctoral, Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

SUBY, J. A. *et al*. Possibilities and limitations of human bone record in Southern Patagonia. *In*: SIMPÓSIO O POVOAMENTO DAS AMÉRICAS, 2006, Piauí.

TRIVI, M. *Paleoecología del Noroeste de Santa Cruz*, 2003. Tesis Doctoral, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

VIEGAS BARROS, J. P. Dialectología qawasqar. *Amerindia*, 15: 43-73, 1990.

VIGNATI, M. Arqueología y antropología de los conchales fueguinos. *Revista del Museo de La Plata*, 30: 79-143, 1927.

VON POST, L. Die Zeichenschrift der Pollenstatistik. *Geologie fören Stockholm*, 51: 543-565, 1929.

WALTER, H. & BOX, E. O. Climate of Patagonia. *In*: WEST, N. E. (Ed.). *Deserts and Semideserts of Patagonia, Temperates Deserts and Semideserts*. Amsterdam: Elsevier, 1983.

WING, E. S.; & ANTOINETTE, Y. *In*: BROWN, B. *Paleonutrition: method and theory in prehistoric foodways*. New York: Academic Press, College of Studies in Archaeology, 1979.

YESNER, D. R. *et al*. Análisis de isótopos estables en esqueletos humanos: confirmación de patrones de subsistencia etnográfica para Tierra del Fuego. *Shincal*, 3: 182-191, 1991.

YESNER, D. R. *et al*. Stable isotope analysis of human bone and ethnohistoric subsistence patterns in Tierra del Fuego. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22: 279-291, 2003.

6

Parasitismo

Adauto Araújo • Luiz Fernando Ferreira

O parasitismo é um fenômeno da natureza, inerente à vida (Ferreira, 1973). Não há espécie viva em que não se encontrem parasitos. Segundo Cockburn (1963), o sistema complexo formado pelos três elementos parasito-hospedeiro-ambiente encontra-se em constante processo evolutivo, podendo se manter sem alterações, mudar ao longo do tempo ou se extinguir por completo. A parasitologia é um ramo da ecologia e segue seus princípios gerais (Ferreira, 1973). Como interação entre organismos, o parasitismo é produto da seleção natural e deve ser entendido como respostas seletivas a pressões impostas pelo ambiente (Poulin, 2007).

Hutchinson (1980) descreve o nicho ecológico como um hipervolume em espaço multidimensional determinado por um número de variáveis ambientes nas quais uma espécie é capaz de existir. Pode-se afirmar, portanto, que parasitos encontram, em outro organismo, seu nicho ecológico (Araújo *et al.*, 2003). Estabelece-se, então, uma interação, que pode ser mais ou menos estreita, dependente, temporária ou permanente, de acordo com as espécies envolvidas. Essa definição de parasitismo inclui todas as variedades de associações interespecíficas, com diferentes graus de interdependência. Usando-se esse conceito amplo para definir parasitismo, tem-se que as associações definidas tradicionalmente como comensalismo, mutualismo e simbiose, entre outras, são variações de um mesmo fenômeno: o parasitismo (Araújo *et al.*, 2003; Roberts & Janovy Jr., 2009).

É sempre bom lembrar, no entanto, que Samuel Pessoa, em seu livro *Parasitologia Médica*, desde sua primeira edição, em 1945, já lembrava aos parasitologistas que "resumindo, parasitismo, comensalismo e simbiose são categorias criadas pelo nosso espírito, mostrando aspecto das mesmas leis gerais" (Pessoa, 1951: 5).

Quando os cientistas alemães Karl Georg Friedrich Rudolf Leuckart e Heinrich Anton de Bary criaram, respectivamente, e de maneira independente, os conceitos de parasitismo e simbiose, ambos em 1879, não fizeram qualquer menção a doenças ou malefícios que pudessem advir da relação entre espécies. A mesma conotação foi retomada por diversos autores. Entre eles, destaca-se Émile Brumpt (Brumpt, 1913), parasitologista francês. Desde as primeiras edições de seus livros, Brumpt ressaltava que parasitismo ou simbiose confundiam-se em um só conceito, uma vez que tanto os seres considerados parasitos quanto aqueles tidos como simbiontes ou comensais poderiam tanto causar malefícios como benefícios a seus hospedeiros.

Anos mais tarde, mais precisamente cem anos depois das definições de Leukart e de Bary, Whitfield (1979) criticou as diversas maneiras de se referir às relações entre os seres, chamando-as de "anarquia semântica", propondo a retomada do conceito "clássico" de parasitismo ou simbiose como sinônimos.

Conceituar o parasitismo como o encontro, por parte do parasito, do nicho ecológico no hospedeiro tem consequências de ordem lógica. Uma delas é que passam a ser considerados parasitos desde as sequências genéticas capazes de se reproduzir na dependência de outras sequências de material genético, até vertebrados e plantas superiores, incluindo vírus, bactérias, protozoários, vermes, artrópodes e quaisquer outras formas de vida que encontrem seu nicho ecológico em outro ser.

Esse é um aspecto interessante, encontrado em alguns textos importantes, como em Anderson & May (1978). Os autores classificam micro e macroparasitos, separando-os quanto à capacidade de se multiplicarem no hospedeiro. Mas ainda se usa – por tradição, principalmente – separar o estudo de fungos, bactérias e vírus em suas respectivas ciências, e denominar, sem muito critério sistemático, o estudo de protozoários, helmintos e artrópodes como parasitologia, como bem ressalta o editor da revista *Parasitology*, no número especial de seu centenário (Cox, 2009).

Porém, parasitismo é um ramo da ecologia, e por isso fica muito mais interessante estudar esse fenômeno em toda a sua complexidade: como o estudo das relações parasito-hospedeiro-ambiente, quando um deles, o parasito, encontra no outro, o hospedeiro, o seu nicho ecológico. Há diversos exemplos. Muitos parasitos são bastante influentes em manter ou modificar comunidades de hospedeiros, estudados na linha de investigação denominada ecologia e evolução do parasitismo (Lebarbenchon, Poulin & Thomas, 2009).

PARASITOS MOLECULARES

Muitos autores consideram parasitos fragmentos de genoma identificados como externos ao da célula em que se encontram (Walisko & Ivics, 2006).

Sequências genéticas móveis, chamadas elementos transponíveis ou transposons, são fragmentos de ácido desoxidorribonucleico (ADN) que se movem e replicam no genoma de uma célula hospedeira. Podem induzir mutações instáveis ao se inserirem em genes, mas estas, em geral, são reversíveis (Van Sluys, Scotercci & Costa, 2001). Assim como os vírus, usam recursos da célula para se multiplicarem. Segundo Walisko e Ivics (2006), tal como os vírus desenvolveram estratégias para interagir e sobreviver na célula hospedeira, os elementos transponíveis produziram mecanismos capazes de modular o ciclo celular em proveito próprio.

Outro exemplo de parasitos são as moléculas pequenas de ácido ribonucleico (ARN), chamadas ARN satélites – ARN-sats (*Satellite RNAs - satRNAs*) –, que atuam como parasitos moleculares em certos vírus de plantas, compostos de ARN (Maramorosch, 1991). Esses ARN satélites necessitam de vírus auxiliares para se replicar em células hospedeiras. Os ARN-sats são encapsulados pela proteína da capa do vírus auxiliar. A presença de um ARN-sat pode alterar os sintomas causados pelo vírus auxiliar, geralmente atenuando-os, mas em alguns casos podem intensificá-los (Osman & Buck, 1991). Exemplos desse caso de parasitismo são os vírus-satélite do mosaico do tabaco e o da necrose do tabaco (*Tobavirus* e *Necrovirus*), usados em agricultura (Romano & Monte-Neshich, 1996).

Aspecto ainda pouco estudado como parasitimo refere-se à infecção de organismos por príons. Príons são definidos como partículas proteináceas infectantes (*prion = proteinaceous infectious particles*) que não possuem material genético (ADN ou ARN); multiplicam-se rapidamente e são capazes de converter moléculas de proteína em substâncias com potencial para causar dano ao hospedeiro, simplesmente alterando sua estrutura espacial (Cantarino Costa & Borges, 2001).

Príons podem ter sido a origem das primeiras partículas virais, ao aderirem ao ácido nucleico das células provocando a aderência de proteínas às partículas virais e seu encapsulamento. Esses capsídeos formados pelas proteínas do príon, envolvendo o ARN, teriam formado os primeiros vírus de ARN (Lupi, Dadalti & Goodheart, 2007).

Há também parasitos moleculares que se constituem de material genético externo à célula. Vírus, plasmídeos e bacteriófagos são elementos genéticos transmissíveis extracromossomiais, fragmentos de genoma que dependem de uma célula hospedeira para se multiplicar (Romano *et al.*, 2001).

Esses elementos tiveram importante papel na origem e evolução da vida na Terra, que somente tornou-se possível como consequência do parasitismo, no que ainda era um mundo molecular, há cerca de 4,4 a 3,8 bilhões de anos (Chang, 1999; Nisbet & Sleep, 2001). Nesse mundo molecular, os proto-organismos se associaram e se relacionaram de tal forma que foram capazes de se multiplicar ao reproduzirem sua composição molecular, usando partes da composição de outro proto-organismo.

Os elementos genéticos transmissíveis extra ou intracromossomiais, por dependerem de uma célula hospedeira para se multiplicar, não podem tê-la antecedido (Lederberg, 1997). Esses elementos podem ter sido a origem do ADN nuclear, assim como de outras organelas celulares (Lederberg, 1998). Portanto, os elementos genéticos extracromossomiais e os elementos transponíveis representam relíquias de primitivos parasitos moleculares. Tiveram e têm ainda importante papel evolutivo, uma vez que sua inclusão no genoma de células de hospedeiros promove diversidade genética. Certamente muitas das alterações que decorrem dessa interação são deletérias, mas várias delas resultaram vantajosas paras seus hospedeiros (Sverdlov, 1998).

Como importante fator de biodiversidade, com início no nível molecular e subsequentemente no meio intracelular, o parasitismo proporcionou diversificação das formas de vida e radiação de espécies, resultante de múltiplas associações.

Organelas originadas dessas associações permitiram a origem e evolução das células. Alguns pesquisadores sugerem que talvez o surgimento da célula eucariota tenha sido consequência de um episódio frustrado de predação ou parasitismo. Pelas associações que se constituíram ao longo da evolução da vida, não somente o núcleo, mas toda a célula é uma quimera, um estado poli-heterogenômico derivado de uma longa história de associações parasitárias (Corsaro *et al.*, 1999). As associações de microrganismos que resultaram nas mitocôndrias, hidrogenossomas, cloroplastos e outros corpos intracelulares garantiram aumento significativo da complexidade entre os organismos que resultaram em crescente capacidade de ocupar novos nichos ecológicos (Andersson *et al.*, 1998; Roger *et al.*, 1998). Foram importantes eventos que forneceram fontes bioenergéticas e biossintéticas às células (Dyall, Brown & Johnson, 2004). Mas, sobretudo, o advento da célula ofereceu possibilidades de novos nichos parasitários (Thompson, 1999).

Um dos aspectos mais interessantes no estudo dessas associações é a contribuição da própria célula hospedeira para constituição do genoma dessas organelas, por meio da transferência horizontal de genes (Dyall, Brown & Johnson, 2004). As antigas invasões por bactérias em outras células proporcionaram o surgimento das mitocôndrias, cloroplastos e outras organelas. Houve tal interação parasitária que é impossível subsistirem separadas.

NO OUTRO EXTREMO: PARASITOS VERTEBRADOS E PLANTAS SUPERIORES

Consequentemente, a vida na Terra decorre do fenômeno parasitismo. Todas as formas de vida encontram-se parasitadas e por isso mesmo existem (Araújo *et al.*, 2003). Um dos aspectos mais interessantes desse fenômeno refere-se à evolução da vida. Por exemplo, a evolução dos mamíferos: admitindo-se o conceito amplo de parasitismo, o feto pode ser considerado parasito, pelo menos temporário, da mãe que o mantém em gestação.

Algumas espécies de pássaros que não constroem ninhos são consideradas parasitos por usarem o ninho de outras espécies para botarem seus ovos. Os pais postiços, no caso os hospedeiros, incubam os ovos e cuidam dos filhotes, algumas vezes em detrimento da própria ninhada (Smith, 1979). O parasitismo entre espécies de pássaros ocorre por todo o globo.

Na América Central, Smith (1979) conduziu experimentos esclarecedores sobre as relações entre espécies de pássaros parasitos, pássaros hospedeiros e moscas. Esses organismos estabeleceram entre si relações interessantes e complexas. Há espécies cuja fêmea, ao colocar seu ovo no ninho hospedeiro, na ausência dos pais verdadeiros, atira os ovos da mãe hospedeira fora. Em outras, é o próprio filhote parasito, cujo ovo em geral eclode antes, quem se encarrega disso. Outros eliminam os irmãos postiços após seu nascimento. Mas há espécies em que convivem, no mesmo ninho, filhotes parasitos e filhotes hospedeiros. Em geral, como estes últimos são menores, o pássaro parasito desenvolve-se melhor e mais rápido, bem alimentado pelos pais hospedeiros, pois abre bico mais amplo, atraindo a atenção deles.

Zahavi e colaboradores (1999) discutem a evolução dessas relações entre espécies de pássaros com esse comportamento e referem que os casais de hospedeiros que já tiveram experiência anterior com pássaros parasitos sabem reconhecer os ovos estranhos, colocando-os para fora do ninho.

Esses exemplos apontam para efeitos deletérios na população de hospedeiros, mas isso não é regra. Smith (1968) demonstrou que os filhotes de pássaros hospedeiros são atacados por moscas cujas larvas provocam, quando em grande número, a sua morte. Ocorre que os filhotes de pássaros parasitos alimentam-se de larvas de moscas e são capazes de controlar a infecção nos irmãos postiços. A sobrevivência deles, na presença dos pássaros parasitos, torna-se bem-sucedida em comparação com aqueles que não contam com os irmãos postiços. Mostra-se assim que, de fato, as relações parasito-hospedeiro-ambiente estabelecem nuances entre si que tornam difícil traçar limites entre dano e benefício.

Entre as plantas superiores, também existem exemplos de parasitismo. Algumas relações são bastante complexas, como aquelas que se estabelecem entre o parasito *Cuscuta pentagona* e seu hospedeiro: o *Cuscuta pentagona*, uma pequena trepadeira, é capaz de usar 'pistas' voláteis para localizar a planta hospedeira, o tomate (Runyon, Mescher & Moraes, 2006).

As relações entre fungos micorrízicos e plantas diversas também têm sido exploradas (Carrenho, Trufem & Bononi, 2001). Discutem-se as relações parasito-hospedeiro revendo-se o conceito de parasitismo para algumas delas (Purin & Rilling, 2008). Para alguns autores (Corsaro *et al.*, 1999), é a orquídea que parasita o fungo micorrízico, e não o oposto, pois é a planta que utiliza o fungo para germinar sua semente e desenvolvimento da plântula (Pereira *et al.*, 2005).

Existem ainda outros exemplos conhecidos de parasitismo entre vegetais superiores, como as chamadas árvores mata-pau. As sementes dessas espécies são capazes de germinar sobre outras árvores, usando seu tronco ou galhos como substrato. As raízes buscam o solo, ao passo que os galhos, já de certa altura, conseguem atingir mais rapidamente os andares superiores do teto florestal. Aos poucos, envolvem a árvore hospedeira, que acaba por sucumbir ao 'abraço' do parasito (sugerimos ler o conto de Monteiro Lobato "O mata-pau", publicado no livro *Urupês*).

E, ENTRE OS EXTREMOS, BACTÉRIAS, FUNGOS, PROTOZOÁRIOS, VERMES E MUITO MAIS...

Não se deve atribuir ao parasito a capacidade exclusiva de causar danos ou benefícios ao hospedeiro. As manifestações que podem ocorrer da interação parasito-hospedeiro-ambiente decorrem de particularidades de cada um dos componentes do sistema. Parasitos podem, de fato, beneficiar indivíduos de uma determinada espécie de hospedeiro, ao passo que outros se ressentem da infecção parasitária ou são a ela indiferentes. Essa complexidade varia de acordo com a espécie de parasito, com a espécie de hospedeiro e com o ambiente em que vivem.

No caso de espécies de hospedeiros que vivem em sociedades, outros fatores estarão envolvidos. Particularmente na espécie humana, esses fatores são inerentes a momentos sociais, políticos e mesmo econômicos, sem deixar a relevância dos aspectos culturais pertinentes a cada etnia e grupamento humano e ainda a emoções e maneiras de reagir a estímulos, tanto individual como coletivamente. Assim, os determinantes de saúde e doença dependem não somente da presença do parasito no hospedeiro, mas sim de uma série de eventos decorrentes da interação complexa do sistema parasito-hospedeiro-ambiente. Na espécie humana, uma série de fatores pode levar a mudanças de equilíbrio. O parasito é, portanto, condição necessária, mas não suficiente, para o desencadeamento da doença parasitária (Ferreira, 1973).

Diferenças individuais ou regionais, no comportamento das doenças parasitárias, são de observação corrente. Em toxoplasmose, por exemplo, tem-se registro de formas absolutamente benignas e assintomáticas, mas também de quadros clínicos muito graves (Machado, Silva & Pinto, 1968). Outros exemplos são as variações regionais em doença de Chagas, esquistossomíase, amebíase, entre outras, em que se constata a infecção, mas não a doença. Do grande número de indivíduos infectados com o bacilo da tuberculose, apenas alguns adoecem (Ferreira, 1973).

Infecção e doença parasitária são fenômenos distintos. Por infecção entende-se a presença do parasito no hospedeiro, no qual se passa parte – ou a totalidade – de seu ciclo de vida. Doença parasitária implica o aparecimento de sinais e sintomas decorrentes da interação parasito-hospedeiro-ambiente em determinado indivíduo (Araújo *et. al.*, 2003).

Parasitos podem ser mais ou menos virulentos e mais ou menos patogênicos. Podem-se separar ou unir as categorias de virulência e patogenia em relação ao sistema parasito-hospedeiro-ambiente. Alguns autores usam os dois termos como sinônimos, outros os distinguem (Poulin & Combes, 1999, 2000). O enfoque ecológico do parasitismo enfatiza a diferença: enquanto virulência privilegia a capacidade do parasito em multiplicar e transmitir-se a outros hospedeiros, patogenia refere-se à capacidade de causar sinais e sintomas característicos de quadros clínicos de doenças parasitárias.

Um exemplo típico são as amebas da espécie *Entamoeba invadens* que parasitam serpentes. Essa espécie de protozoário pode viver no intestino de serpentes sem lhes causar dano, alimentando-se do conteúdo intestinal e multiplicando-se. Mas, quando se eleva a temperatura, podem provocar aumento do trânsito intestinal ao agredir a mucosa, ou tornarem-se invasivas, levando o hospedeiro à morte. No trabalho clássico de Barrow e Stockton (1960), oito espécies de serpentes infectadas por esse parasito foram observadas em diferentes temperaturas, que variaram de 13°C a 25°C. Em temperatura mais baixa os pesquisadores não observaram lesões, embora continuassem a isolar *Entamoeba invadens* em cultura. As serpentes mantidas em temperaturas mais altas tiveram lesões, e mesmo aquelas que, em temperatura baixas, não manifestaram sintomas, quando colocadas a 25°C, adoeceram.

Os também clássicos artigos de Noble (1962, 1966) mostram as diferentes influências que o ambiente pode exercer em cada indivíduo parasitado. Esquilos infectados por protozoários (*Trichomonas*) e helmintos (*Syphacia*) foram submetidos a diferentes estímulos, como calor, luz, ruído, confinamento, fome, entre outros, e depois comparados com animais também infectados, mas não expostos a esses fatores de estresse. O resultado foi que nos animais sob estresse o número de parasitos recuperado foi significativamente maior do que nos mantidos em condições normais de cativeiro.

Os exemplos se multiplicam, entre eles com a espécie humana. É conhecida a relação existente entre o estado emocional e as manifestações clínicas da tricomoníase (Petrin *et al.*, 1998). O aparecimento e intensificação de sintomas decorrentes da infecção por *Trichomonas vaginalis* dependem de fatores que envolvem o parasito, o hospedeiro humano e o ambiente. A infecção por *Trichomonas vaginalis* está classificada entre as Infecções (ou Doenças) Sexualmente Transmissíveis (IST-DST). Mulheres infectadas pelo parasito podem transmitir a infecção sem

manifestar qualquer sintoma, mas outras adoecem com quadros clínicos que variam de leve corrimento vaginal, intermitente ou intensificado com o ciclo menstrual, à dispaurenia e sintomas mais graves, em geral associados a distúrbios emocionais e alterações de modo de vida (Sobel, 1992).

Cães infectados por *Dioctophyma renale* podem sobreviver até idade avançada, sem sintomas mais graves causados pela degeneração renal causada pelo nematoide gigante alojado em um dos rins (Nakagawa *et al.*, 2007).

O mesmo acontece com o nematoide parasito de humanos, verme que atinge cerca de 40 cm no intestino do hospedeiro. O parasitismo por *Ascaris lumbricoides* pode passar inteiramente despercebido. Algumas vezes o indivíduo percebe que está infectado ao eliminar os vermes vivos e movimentando-se, tanto em suas fezes como pela boca, nariz, ou até mesmo pelas orelhas, neste caso com perfuração de tímpano (Rey, 2001).

Essas situações tão variáveis em relação aos parasitos que infectam humanos e outras espécies de hospedeiros justificam, cada vez mais, o recurso ao conceito amplo de parasitismo. Como explicar os limites impostos por definições de 'comensais' e 'parasitos' no caso de protozoários e helmintos encontrados no intestino de humanos? Descreveram-se manifestações clínicas decorrentes de processos patogênicos causados por *Entamoeba coli*, protozoário considerado 'comensal' do intestino (Aucott & Ravdin, 1993), assim como outros protozoários, vistos como inócuos comensais, como, por exemplo, *Cryptosporidium parvum*, que causam quadros clínicos graves em seus hospedeiros na dependência de circunstâncias específicas (Dixon, 2007). Descrevem-se também quadros clínicos graves causados por protozoários antes considerados de vida livre ou inócuos no hospedeiro humano (Dworkin *et al.*, 2007; Visvesvara, Moura & Schuester, 2007).

Algumas bactérias, como a *Helycobater pylori*, são bons exemplos de como a maioria da população humana encontra-se infectada, mas assintomática. Porém, indivíduos podem desenvolver quadros clínicos em que se associa a presença da bactéria à gastrite crônica, úlceras e ao carcinoma gástrico (Figueiredo & Silva, 2005).

No tocante a parasitismo por helmintos intestinais, ocorreu um fenômeno curioso em relação à infecção por *Trichuris trichiura*. Esse helminto foi relacionado a um quadro clínico, comum na América colonial, designado como 'maculo' ou '*mal del culo*', em espanhol: prolapso retal com presença de 'vermes' em abundância. Embora não se possa atribuir com certeza a designação 'verme' a helmintos, pois, nos tempos dessas descrições, tanto se poderia tratar de helmintos como de larvas de insetos, o fato é que essa doença desapareceu ou tornou-se rara após o período colonial. Prolapso retal associado à infecção por *Trichuris trichiura* compõe manifestações clínicas nos dias de hoje, embora muito raras e restritas a situações individuais do hospedeiro, mais comum em crianças subnutridas e idosos.

Concluindo, parasitismo é um ramo da ecologia, e como tal deve ser estudado. A infecção, ou a presença de determinado parasito em determinado hospedeiro não significa, necessariamente, doença parasitária. O aparecimento de sinais e sintomas associados a determinado parasito decorre de um conjunto de fatores inerentes ao parasito, ao hospedeiro e ao ambiente em que se encontram. Isso foi muito bem descrito por Aidan Cockburn, ao dar exemplos sobre as diferentes relações que se estabelecem entre parasito, hospedeiro e o ambiente, em um processo dinâmico e evolutivo (Cockburn, 1963). Segundo Anderson e May (2004), Aidan Cockburn foi um dos primeiros a discutir o impacto de infecções parasitárias nas populações de caçadores-coletores da pré-história, cujos bandos deviam variar entre vinte e cem indivíduos (Hassan, 1981). Segundo Cockburn (1971), algumas espécies de parasitos teriam sido capazes de manter-se em tal número de indivíduos, mesmo que alguns morressem ou se tornassem imunes. Já outras só puderam surgir como parasitos em humanos após uma série de eventos, como as aldeias e primeiras cidades, agricultura, domesticação de animais, crescimento demográfico, entre outros, que aumentaram o número de hospedeiros suscetíveis e fizeram crescer o contato entre as pessoas, facilitando a transmissão de parasitos.

Com o enfoque ecológico do parasitismo, fica mais fácil entender os eventos que compreendem a origem e evolução das doenças parasitárias. E, para recuperar dados preciosos do passado, nada mais apropriado do que os estudos em paleoparasitologia.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. M. & MAY, R. M. *Infectious Diseases of Humans: dynamics and control*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

ANDERSSON, S. G. E. *et al*. The genome sequence of *Rickettsia prowazekii* and the origin of mitochondria. *Nature*, 396: 133-140, 1998.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

AUCOTT, J. N. & RAVDIN, J. I. Amebiasis and 'nonpathogenic' intestinal protozoa. *Infectious Diseases Clinics of North America*, 7(3): 467-485, 1993.

BARROW JR, J. H. & STOCKTON, J. J. The influences of temperature on the host-parasite relationships of several species of snakes infected with *Entamoeba invadens*. *Journal of Protozoology*, 7: 377-383, 1960.

BRUMPT, E. *Précis de Parasitologie*. Paris: Masson, 1913.

CANTARINO COSTA, L. M. & BORGES, J. R. J. Aspectos da encefalopatia espongiforme bovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 35(1/2): 1-6, 2001.

CARRENHO, R.; TRUFEM, S. F. B. & BONONI, V. R. L. Fungos micorrízicos arbusculares em três espécies de fitobiontes instaladas em área de Mata Atlântica ciliar revegetada. *Acta Botanica Brasilica*, 15: 115-124, 2001.

CHANG, S. Planetary environments and the origin of life. *Biology Bulletin*, 196: 308-310, 1999.

COCKBURN, A. *The Evolution and Eradication of Infectious Diseases*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1963.

COCKBURN, A. Infectious diseases in ancient populations. *Current Anthropology*, 12: 45-62, 1971.

CORSARO, D. *et al*. Intracellular life. *Critical Reviews in Microbiology*, 25: 39-79, 1999.

COX, F. E. G. George Henry Falkiner Nuttal and the origins of parasitology and parasitology. *Parasitology*, 136: 1.389-1.394, 2009.

DIXON, B. *Cryptosporidium* education. *Lancet Infectious Diseases*, 10: 635, 2007.

DWORKIN, M. S. *et al*. Prevalence of intestinal microsporidiosis in human immunodeficiency virus-infected patients with diarrhea in major United States cities. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 49(6): 339-342, 2007.

DYALL, S. D.; BROWN, M. T. & JOHNSON, P. J. Ancient invasions: from endosymbionts to organelles. *Science*, 304: 253-257, 2004.

FERREIRA, L. F. O fenômeno parasitismo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 4: 261-277 1973.

FIGUEIREDO, F. A. F. & SILVA, L. M. *Helicobacter pylori*. *In*: COURA, J. R. (Ed.). *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. v. 2.

HASSAN, F. A. *Demographic Archaeology: studies in archaeology*. New York: Academic Press, 1981.

HUTCHINSON, G. E. *An Introduction to Population Ecology*. New Havenand, London: Yale University Press, 1980.

LEBARBENCHON, C.; POULIN, R. & THOMAS, F. Parasitism, biodiversity, and conservation biology. *In*: THOMAS, F.; GUÉGAN, J. & RENAUD, F. (Eds.). *Ecology & Evolution of Parasitism*. Oxford: Oxford University Press, 2009.

LEDERBERG, J. Infectious disease as an evolutionary paradigm. *Emerging Infectious Diseases*, 3: 417-423, 1997.

LEDERBERG, J. Emerging infections: an evolutionary perspective. *Emerging Infectious Diseases*, 4: 366-371, 1998.

LUPI, O.; DADALTI, P. & GOODHEART, C. Did the first virus self-assemble from self-replicating prion proteins and RNA? *Medical Hypothesis*, 69: 724-730, 2007.

MACHADO, J. O.; SILVA, S. & PINTO, L. A. Dados preliminares relativos ao stress na toxoplasmose crônica experimental. *O Hospital*, 74: 145-153, 1968.

MARAMOROSCH, K. (Ed.). *Viroids and Satellites: molecular parasites at the frontier of life*. Boca Ratón: CRC Press, 1991.

NAKAGAWA, T. L. *et al*. Giant kidney worm (*Dioctophyma renale*) infections in dogs from Northern Paraná, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 145(3-4): 366-70, 2007.

NISBET, E. G. & SLEEP, N. H. The habit and nature of early life. *Nature*, 409: 1.083-1.091, 2001.

NOBLE, G. A. Stress and parasitism II – effect of crowding and fighting among ground squirrels on their Coccidia and Trichomonades. *Experimental Parasitology*, 12: 368-371, 1962.

NOBLE, G. A. Stress and parasitism III – reduced night temperature and the effect on pinworms on pinworms of ground squirrels. *Experimental Parasitology*, 18: 61-62, 1966.

OSMAN, T. A. M. & BUCK, K. W. Detection of the movement protein of red clover necrotic mosaic virus in a cell wall fraction from infected *Nicotiana clevelandii* plants. *Journal of General Virology*, 72: 2.853-2.856, 1991.

PEREIRA, O. L. *et al*. Isolamento e identificação de fungos micorrízicos rizoctonioides associados a três espécies de orquídeas epífitas neotropicais. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 29: 191-197, 2005.

PESSOA, S. B. *Parasitologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara, Waissman Koogan, 1951.

PETRIN, D. *et al*. Clinical and microbiological aspects of *Trichomonas vaginalis*. *Clinical Microbiology Reviews*, 11: 300-317, 1998.

POULIN, R. *Evolutionary Ecology of Parasites*. Princeton, Woodstock: Princenton University Press, 2007.

POULIN, R. & COMBES, C. The concept of virulence: interpretations and implications. *Parasitology Today*, 15: 474-475, 1999.

POULIN, R. & COMBES, C. The concept of virulence - Reply. *Parasitology Today*, 16: 218, 2000.

PURIN, S. & RILLING, M.C. Parasitism of arbuscular mycorrhizal fungi: reviewing the evidence. *FEMS Microbiology Letters*, 279: 8-14, 2008.

REY, L. *Parasitologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ROBERTS, L. S. & JANOVY JR., J. *Foundations of Parasitology*. New York: McGraw-Hill International Edition, 2009.

ROGER, A. J. *et al*. A mitochondrial-like chaperonin 60 gene in *Giardia lamblia*: evidence that diplomonads once harbored an endosymbiont related to the progenitor of mitochondria. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 229-234, 1998.

ROMANO, E. & MONTE-NESHICH, D. C. ABCTP notícias, jul 1996. Disponível em: <www.cnph.embrapa.br/laborato/biocel/abctp24.htm>. Acesso em: mar. 2009.

ROMANO, E. *et al*. Extreme resistance to two Brazilian strains of potato vírus Y (PVY) in transgenic potato, cv. Achat, expressing the PVYo coat protein. *Horticultura Brasileira*, 19: 118-122, 2001.

RUNYON, J. B.; MESCHER, M. C. & MORAES, C. M. Volatile chemical cues guide host location and host selection by parasitic plants. *Science*, 313: 1.964-1.967, 2006.

SMITH, N. G. The advantage of being parasitized. *Nature*, 219: 690-694, 1968.

SMITH, N. G. Alternate responses by hosts to parasites which may be helpful or harmful. *In*: NICKOL, B. B. (Ed.). *Host Parasite Interfaces*. Symposium UNL. New York: Academic Press, 1979.

SOBEL, J. D. Vulvovaginitis. *Dermatology Clinics*,10: 339-359, 1992.

SVERDLOV, E. D. Perpetually mobile footprints of ancient infections in human genome. *FEBS*, 428: 1-6, 1998.

THOMPSON, J. N. The evolution of species interactions. *Science*, 284: 2.116-2.118, 1999.

VAN SLUYS, M.; SCOTERCCI, K. C. & COSTA, A. P. P. O genoma instável, sequências genéticas móveis. *In*: MATIOLI, S. R. (Ed.). *Biologia Molecular e Evolução*. São Paulo: Holos, 2001.

VISVESVARA, G. S.; MOURA, H. & SCHUSTER, F. L. Pathogenic and opportunistic free-living amoebae: *Acanthamoeba* spp., *Balamuthia mandrillaris*, *Naegleria fowleri*, and *Sappinia diploidea*. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 50: 1-26, 2007.

WALISKO, O. & IVICS, Z. Interference with cell cycle progression by parasitic genetic elements: sleeping beauty joins the club. *Cell Cycle*, 5(12): 1.275-1.280, 2006.

WHITFIELD, P. J. *The Biology of Parasitism: an introduction to the study of associating organisms*. London: Edward Arnold, 1979.

ZAHAVI, A. *et al*. *The Handicap Principle: a missing piece in Darwin's puzzle*. Oxford: Oxford University Press, 1999.

7

Origem dos Parasitos Humanos

Luiz Fernando Ferreira • Karl Jan Reinhard • Adauto Araújo

A origem dos parasitos humanos é um tópico de interessantes especulações. A paleoparasitologia tem contribuído bastante com seus dados e achados de parasitos em material antigo para elucidar algumas dessas questões e colocar outras, voltadas para a origem e evolução das infecções parasitárias.

Admitem-se duas vias principais para a origem dos parasitos da espécie humana. A primeira é a chamada via ecológica, em que novos parasitos adquiridos do ambiente passaram a infectar seres humanos à medida que novos espaços foram conquistados. Isso aconteceu durante o processo de exploração de novos territórios e convivência com diferentes espécies de animais e seus parasitos, além de espécies de vida livre potencialmente capazes de se adaptar ao parasitismo. Outro caminho foi a via filogenética, em que diversas espécies de parasitos permaneceram nos humanos atuais, herdadas de ancestrais, oriundas de tempos pré-hominídeos (Ferreira, 1973). Nesse caso, essas espécies de parasitos encontram-se também em hospedeiros filogeneticamente próximos, como os macacos da superfamília Hominoidea, família Hominidae, pois foram herdadas de um ancestral comum. Espécies de protozoários de diversos mamíferos, quando comparadas, têm maior afinidade filogenética com aquelas que parasitam primatas do que com outros mamíferos (Hegner, 1928). Assim, consideram-se parasitos herdados filogeneticamente aqueles que se encontram hoje na espécie *Homo sapiens*, compartilhados com espécies próximas de primatas, como gorilas, chimpanzés, bonobos e gibões. As espécies de parasitos que passaram a parasitar humanos, já como *Homo sapiens*, o fizeram por processos pré-adaptativos pelo contato que os humanos tiveram com eles, ao longo da história biológica e social que esta espécie tão particular de hospedeiro teve, e vem tendo, com o ambiente (Ferreira, 1973).

A infecção por *Enterobius vermicularis*, discutida mais adiante, exemplifica o caso de parasitos herdados de ancestrais, mas outros parasitos passaram a infectar a espécie humana a partir de contaminação de diferentes ambientes em que os humanos passaram a viver, em um processo adaptativo dinâmico. Alguns não conseguem infectar humanos, ou o fazem parcialmente. Por exemplo, as larvas de ancilotomídeos parasitos de canídeos (*Ancylostoma caninum* e *Ancylostoma brasiliensis*), quando penetram na pele humana, não conseguem completar o ciclo de vida, permanecendo no tecido cutâneo e causando uma dermatose chamada dermatite serpiginosa ou bicho geográfico, em virtude do rastro pruriginoso deixado pela larva em seu caminho na pele. O mesmo se dá com as larvas de *Toxocara canis*,

que eclodem dos ovos ingeridos pelo hospedeiro humano. À semelhança do que acontece na infecção por *Ascaris lumbricoides*, os ovos eclodem no intestino, mas, ao contrário do parasito humano, as larvas de *Toxocara canis* não completam o ciclo, localizando-se no fígado ou outros órgãos, eventualmente causando sérios problemas ao hospedeiro (Queiroz *et al.*, 2006).

A espécie humana e alguns de seus ancestrais distinguiram-se sempre pela acentuada mobilidade e conquista de novos ecossistemas. Outra característica da espécie, o invento e constante aperfeiçoamento de novas tecnologias, permitiu mudanças extraordinárias oferecendo, ao mesmo tempo, oportunidades para que outras espécies de parasitos entrassem em contato com o hospedeiro humano e nele se instalassem, em virtude de outra característica sua, o convívio constante com animais.

ORIGEM DOS HELMINTOS PARASITOS

Os estudos sistemáticos sobre origem de helmintos parasitos tiveram notável impulso com os trabalhos de Baer (1951) e Cameron (1956). Esses autores especularam sobre a domesticação de animais e plantas e passagem de parasitos para a espécie humana. De acordo com Pearce-Duvet (2006), a origem de diversos parasitos humanos, como os agentes da tuberculose, sarampo, varíola, teníase, entre outros, estaria associada ao surgimento da agricultura e domesticação de animais consequente à aglomeração das gentes.

Tal ideia, porém, não é verdadeira para todas as espécies de parasitos consideradas, pois, como já dito, algumas se originaram em humanos por herança de seus ancestrais, como mostrado por estudos cladísticos (Hugot, 1999) e pelos dados da paleoparasitologia (Araújo & Ferreira, 2000).

A CONTRIBUIÇÃO DA PALEOPARASITOLOGIA PARA OS ESTUDOS SOBRE A ORIGEM DOS PARASITOS HUMANOS

A paleoparasitologia proporciona meios para traçar a origem e a dispersão de parasitos utilizando diversos métodos. Podem-se obter evidências diretas de parasitos fósseis em coprólitos, latrinas, múmias, sedimentos de sítios arqueológicos e nos materiais mais diversos (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003; Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003). Uma vez datados por técnicas adequadas, os resultados mostram a distribuição paleogeográfica das infecções parasitárias. Nos estudos de paleoparasitologia, a interação com diversos campos da ciência tem sido fundamental. Trabalha-se em conjunto com arqueólogos ou paleontólogos, assim como com outros especialistas que possam colaborar na obtenção de material e interpretação dos resultados. Assim, tanto a antropologia e a genética como as técnicas da biologia molecular se unem para tentar respostas mais consistentes sobre as evidências da paleoparasitologia. Resultados construídos por recuperação de material genético de parasitos em vestígios arqueológicos permitem respostas sobre paleofilogeografia, as relações filogenéticas entre espécies ao longo do tempo (Dittmar, Souza & Araújo, 2006).

Outra abordagem consiste em estudar as relações de parasitos atuais por estudos cladísticos (cladística, ou cladismo, é o estudo de parentesco entre as espécies, baseado, essencialmente, na análise das relações evolutivas – Rey, 2003) fundamentado na morfologia ou biologia molecular e inferir suas origens. Alguns estudos resultaram em filogenias de parasitos por esses mecanismos (Iñiguez *et al.*, 2002). O aparecimento de determinadas espécies de parasitos foi determinado usando-se o relógio molecular, uma técnica genética capaz de determinar quando duas espécies divergiram. Foi usada por cientistas para determinar o tempo de evolução das espécies e continua a ser empregada no estudo de infecções parasitárias de importância em saúde pública (Salemi *et al.*, 2008).

Uma abordagem com forte potencial é o estudo de parasitos fósseis com as técnicas de biologia molecular. Isso adiciona uma terceira dimensão, além dos achados da paleoparasitologia e dos estudos cladísticos, ao se reconstruírem mudanças e permanências em sequências de genes ao longo do tempo, usando-se as técnicas da biologia molecular (Greenblatt & Spigelman, 2003).

Outro método para datar a emergência de parasitos e relacioná-los à especiação de seus hospedeiros é sobrepor, à filogenia dos parasitos, a de seus hospedeiros. Se as filogenias forem congruentes, pode-se inferir uma evolução mútua das espécies de parasitos e hospedeiros. No caso, a localização da emergência de espécies de parasitos no tempo e no espaço baseia-se na datação dos fósseis de hospedeiros, seja pelo encontro de formas parasitárias no registro arqueológico ou paleontológico, seja pela recuperação de material genético capaz de determinar a identificação específica de parasito e hospedeiro, em um processo dinâmico da história do processo evolutivo de cada relação entre determinada espécie de parasito e hospedeiro (Araújo *et al.*, 2003).

Parasitos encontrados em espécies de hospedeiros extintos podem bem exemplificar essa linha. O encontro de larvas de nematoide em coprólitos de uma espécie de hiena que habitava o norte da Itália abriu esse campo de investigação (Ferreira, Araújo & Duarte, 1993). Encontram-se parasitos ainda mais antigos na Bélgica, em dinossauros (iguanodontes) do período cretáceo. Cistos de protozoários e ovos de helmintos foram descritos em coprólitos desses animais, com datação de milhões de anos (Poinar Jr. & Boucot, 2006).

Possíveis novas espécies de parasitos foram descritas em coprólitos de dinossauros, assim como protozoários parasitos foram descritos em insetos preservados em âmbar, mostrando o potencial de conservação que podem alcançar esses vestígios da vida pretérita (Poinar Jr., 2007, 2008).

Em relação ao estudo da evolução dos parasitos, é importante pensar neles como parte de uma relação de um sistema complexo, composto pelo parasito, o hospedeiro, e o ambiente onde se situam. Se for possível, entender a relação de uma espécie de parasito com seu hospedeiro, e como essa relação é afetada pelo ambiente. Daí, então, podem-se inferir aspectos da ecologia de doenças em povos antigos, ou patoecologia (Reinhard, 1992). Portanto, quando se abordam os diversos aspectos das relações parasito-hospedeiro humano, muitas situações podem ser examinadas e seus resultados podem contribuir para melhor entendimento sobre a origem e evolução das doenças infecciosas.

ANTIGUIDADE DOS PARASITOS HUMANOS

Os humanos são parasitados por uma série de organismos, como vírus, bactérias, protozoários, helmintos, artrópodes, entre outros, desde que surgiram como espécie, há alguns milhões de anos. Como em todos os outros seres vivos, a vida humana não existe sem a presença de parasitos.

A transmissão da infecção parasitária de hospedeiro a hospedeiro dá-se de formas distintas, de acordo com a espécie de parasito, cujos mecanismos vêm sofrendo adaptações ao longo da evolução da tríade parasito-hospedeiro-ambiente. Esses mecanismos podem ser a transmissão direta, de hospedeiro a hospedeiro, a contaminação do ambiente com formas infectantes do parasito ou a transmissão por meio de vetores, como artrópodes, moluscos ou outros invertebrados, assim como os chamados hospedeiros paratênicos (Rey, 2003).

Existem parasitos que se transmitem entre hospedeiros sem que fatores do macroambiente em que vive o hospedeiro, como clima, pH, umidade no solo, por exemplo, limitem ou impeçam sua passagem de um hospedeiro a outro, pois desenvolveram estratégias alternativas para isso. Entre os nematoides parasitos de humanos há o exemplo de *Enterobius vermicularis*, transmitido de um hospedeiro a outro sem, necessariamente, ter passagem pelo solo.

Seu ciclo de vida acontece quando as fêmeas grávidas migram do intestino grosso para a região anal, especialmente durante as horas de repouso da pessoa infectada, causando desconforto e prurido em torno do ânus. As fêmeas, cheias de ovos, se esfacelam por degeneração ou quando o hospedeiro se coça, o que causa a liberação dos ovos. Como esses ovos já se encontram larvados, as larvas podem eclodir e migrar de volta ao intestino. Os ovos podem contaminar as mãos do hospedeiro, infectando-o novamente quando ele as leva à boca. Contaminam-se, assim, outras pessoas com quem o hospedeiro tenha intimidade ou contato físico direto. Imagine quantos adultos adquiriram a infecção por *Enterobius vermicularis* ao tomarem no colo crianças infectadas que, em gesto de carinho, levaram as mãos, cheias de ovos sob as unhas, à boca de quem os carrega!

Os ovos são encontrados na poeira e especialmente nas roupas de dormir, dispersando-se ao vento e por correntes de ar. Nos orfanatos, quartéis, prisões, albergues, ou outros locais de dormitório comum, a arrumação das camas e o ato de sacudir lençóis dispersa os ovos pelo ambiente, rapidamente contaminando a todos.

A enterobíase encontra-se tão bem adaptada aos humanos que se distribui por todo o globo, nos mais diversificados biomas, independentemente de temperatura, umidade ou outros fatores de transmissão. Tanto esquimós como indígenas das matas tropicais do Amazonas, ou aborígines da Austrália ou da Patagônia, encontram-se infectados pela mesma espécie de oxiurídeo (Araújo *et al.*, 1988).

A história da evolução dos oxiurídeos parasitos de humanos vem sendo traçada por diversos estudos com abordagens paleoparasitológicas. Em associação com a paleoparasitologia, os estudos cladísticos têm se mostrado um método de sucesso. Brooks e Glen (1982) e Hugot, Reinhard & Gardner (1999) obtiveram resultados de refinadas análises cladísticas de oxiurídeos de antropoides e outros primatas. Esses estudos mostram que a filogenia de oxiurídeos é paralela à filogenia de primatas. Portanto, os oxiurídeos evoluíram mutuamente com humanos e, anteriormente, com os hospedeiros hominídeos. Conclui-se que a origem dos oxiurídeos é anterior à de humanos, uma vez que evoluíram em seus ancestrais pré-hominídeos.

O registro da paleoparasitologia mostra dados cuja antiguidade remonta há 10.000 anos, em grupos indígenas norte-americanos, da região chamada Great Basin (Fry & Hall, 1969). A presença de *Enterobius vermicularis* nesses períodos tão antigos confirma que os oxiurídeos foram introduzidos nas Américas com os primeiros migrantes. Registram-se também achados em múmias egípcias, anteriores às grandes navegações de portugueses e espanhóis (Horne, 2002; Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003).

Morfologicamente, os ovos encontrados no material arqueológico são idênticos aos encontrados na população humana atual. Encontraram-se, porém, algumas diferenças na sua constituição gênica em determinadas populações humanas sul-americanas (Iñíguez *et al.*, 2002). Esses estudos apontam para distintas origens de linhagens do parasito nas Américas, com implicações sobre o próprio povoamento do continente americano.

Estudos desenvolvidos por Reinhard (1990) mostraram que as características das interações com o ambiente adotadas por certos grupos facilitaram condições de aumento ou decréscimo do risco de infecção por oxiurídeos. Em alguns grupos de caçadores-coletores, a dieta rica em plantas com atividades vermífugas parece ter limitado a infecção por diversos helmintos, inclusive *Enterobius vermicularis*. Em contraste, a construção de edificações, como no caso dos Pueblos Ancestrais no Arizona e dos incas no Chile, associada à redução de ingestão de plantas com atividade vermífuga, provocou aumento significativo da infecção por *Enterobius vermicularis*.

A construção de moradias no estilo de apartamentos para populações densamente agrupadas, apesar de relativamente pequenas, associada ao fato de a oxiuríase ser transmitida pelo transporte dos ovos por correntes de ar, criou uma nova situação ecológica que promoveu o parasitismo por esse oxiurídeo. Assim, a evolução da transmissão

de *Enterobius vermicularis* esteve intimamente relacionada com o comportamento e características humanas durante um período em que as populações humanas eram esparsas e pequenas. Mudanças na ecologia humana, como a adoção de moradias coletivas, potencializaram a transmissão do parasito, uma vez que se concentraram mais hospedeiros em espaços restritos (Reinhard, Ambler & McGuffie, 1985; Ferreira *et al.*, 1989).

O exemplo de *Enterobius vermicularis* é apenas um entre vários, assim como os outros nematoides que fazem ciclo no solo, chamados geo-helmintos, que seguiram seus caminhos evolutivos acompanhando o hospedeiro humano desde que a espécie surgiu no continente africano.

PIOLHOS EM HUMANOS

Outro exemplo interessante de parasitos herdados de ancestrais pré-humanos são os piolhos. Como os oxiurídeos, os piolhos parasitos de humanos transmitem-se diretamente entre hospedeiros, encontrando-se a infecção, em populações humanas, nos locais mais diversos do planeta. Tanto esquimós como indígenas da Amazônia ou aborígines da Austrália podem ser infectados pela mesma espécie de piolho, ou por subespécies filogeneticamente próximas (Araújo *et al.*, 1988; Light *et al.*, 2008).

Os piolhos parasitam primatas há, pelo menos, 25 milhões de anos. Por volta de 6 milhões de anos atrás, quando se deu a divergência entre chimpanzés e humanos, o gênero *Pediculus* foi herdado e compartilhado pelas duas espécies de hospedeiros (Reed *et al.*, 2007; Raoult *et al.*, 2008). Diversos estudos traçaram as origens da infecção por piolhos em humanos, mostrando que o piolho capilar, *Pediculus humanus*, coevoluiu com humanos desde um pré-hominídeo e, como aconteceu com *Enterobius vermicularis*, espalhou-se para outras partes do mundo, quando os humanos se dispersaram para fora da África. Os achados da paleoparasitologia confirmam essas suposições. Piolhos foram encontrados em sítios arqueológicos do sudeste dos Estados Unidos, México central, ilhas Aleutas, Peru, Brasil e Groelândia, em tempos anteriores à chegada de Cristóvão Colombo às Américas (Rick *et al.*, 2002a).

Como *Enterobius vermicularis*, os piolhos parasitos da espécie humana sofrem menos influência de condições do macroambiente, mas tiveram de se adaptar às mudanças impostas pelas alterações que seu hospedeiro foi exercendo em seu microambiente. Por exemplo, ao passar a utilizar roupas, a alterar hábitos de higiene, a adotar cortes de cabelo ou o uso de perucas e penteados elaborados que permaneciam meses sem serem trocados, entre outros exemplos, o hospedeiro humano provocou mudanças no microambiente em que o parasito se encontrava.

Os achados da paleoparasitologia mostram que os piolhos estavam presentes no atual território brasileiro há 10.640±80 anos (Araújo *et al.*, 2000). Esses dados, como aqueles para os mais antigos sobre *Enterobius vermicularis* (Fry & Moore, 1969), indicam que a infecção humana por piolhos foi introduzida nas Américas com os primeiros migrantes mais de 10.000 anos antes da chegada de europeus ao continente (Araújo *et al.*, 2000).

As reconstruções arqueológicas e paleoparasitológicas do sítio arqueológico onde piolhos foram encontrados (Reinhard, dados não publicados), no atual estado do Arizona, EUA, datado de 600 AD (*Anno Domini*), indicam que essa população compunha-se de muitos adultos e crianças que subsistiam com base em uma agricultura diversificada. Já os estudos sobre Great Basin, onde também se encontrou a infecção por piolhos, mostraram que a população infectada constituía-se de pequenos grupos de caçadores-coletores nômades, que se alimentavam de uma variedade limitada de animais e plantas. Os dados mostram, portanto, que a infecção por piolhos existia em sociedades com diferentes graus de complexidade.

A infecção por piolhos entre sociedades andinas que usavam penteados sofisticados era comum, e talvez relacionada ao comércio e controle de grupos dominados pela sociedade inca. Há documentos referindo impostos pagos com a entrega de saquinhos cheios de lêndeas e formas adultas de piolho (Souffez, 2001).

Um aspecto interessante da infecção por piolhos é que os isolamentos geográficos proporcionaram distintas oportunidades de evolução para as linhagens de piolho da cabeça e do corpo. Alguns estudiosos de sistemática acharam, inclusive, que haveria variações da atual espécie de *Pediculus humanus* entre indígenas da América do Norte e indígenas da América do Sul (Ewing, 1926). Esses estudos tiveram continuidade recentemente com os de Yong e colaboradores (2003), Kittler, Kayser e Stoneking (2003), Leo e Barker (2005), Leo e colaboradores (2005).

Os piolhos que parasitam os cabelos de humanos, do gênero *Pediculus*, distinguem-se em duas linhagens. Uma encontra-se somente parasitando os cabelos e a outra pode ser encontrada tanto nos cabelos como nas roupas. A espécie de piolho que parasita chimpanzés, *Pediculus schaeffi*, e a linhagem de *Pediculus humanus* que se encontra tanto nos cabelos como no corpo compartilharam um ancestral comum há cerca de 6 milhões de anos, congruente com a diversificação das espécies de seus hospedeiros (Reed *et al.*, 2007). A outra linhagem de *Pediculus humanus*, encontrada somente nos cabelos, parasita humanos no Novo Mundo, tendo-se diversificado por isolamento geográfico cerca de 1 milhão de anos (Reed *et al.*, 2004). Esse mesmo grupo estuda a diversidade genética de amostras de piolhos modernos colhidos em diversas regiões, concluindo sobre a existência de três linhagens, A, B e C, com origens geográficas diferentes nos diversos continentes. No caso desse estudo, concluem que a linhagem B é de origem americana (Light *et al.*, 2008).

Tal diversificação pode ser usada no caso dos piolhos encontrados em material arqueológico, sobretudo quando se fazem estudos com técnicas de biologia molecular, comparando-se sequências de material genético entre linhagens modernas e antigas, para esclarecer aspectos sobre origem geográfica tanto dos parasitos como dos grupos humanos.

Deve-se ainda acrescentar o outro gênero de piolhos, *Pthirus*, com as espécies *Pthirus pubis*, parasito de humanos, e *Pthirus gorillae*, parasito de gorilas. Enquanto as espécies do gênero *Pediculus* encontram-se somente em humanos e chimpanzés, o gênero *Pthirus* encontra-se em humanos e gorilas, mas não em chimpanzés. Há algumas incongruências sobre o tempo de separação das duas espécies de *Pthirus*, que não coincidem com a divergência de seus hospedeiros (Reed *et al.*, 2007).

Exemplares dos dois gêneros foram encontrados em vestígios humanos tanto no Velho como no Novo Mundo (Rick *et al.*, 2002b; Mumcuoglu *et al.*, 2003). É interessante o estudo das lêndeas em cabeleiras bem preservadas de corpos mumificados, como se encontram no deserto de Atacama, Chile, em alguns casos no Brasil e Estados Unidos, e ainda nas cabeças reduzidas, usadas como troféus por alguns grupos indígenas sul-americanos, pois, como mostraram Linardi e colaboradores (1988), os ovos permanecem fixados aos fios por longo tempo e podem ser estudados para avaliação do tempo de infecção no indivíduo de acordo com a posição em relação à raiz do cabelo.

EXEMPLOS DE OUTROS PARASITOS

Trichuris trichiura, um nematoide incluído entre os geo-helmintos que parasitam o intestino grosso de humanos, também se originou na espécie humana em ancestrais pré-hominídeos. Os ovos de *Trichuris* são transmitidos por contaminação fecal. Necessitam de condições ambientais específicas, como características do solo – umidade, pH e temperatura – por um período de tempo, até embrionar e se tornarem infectantes, para serem ingeridos por novo hospedeiro humano e contaminá-lo. Os ovos são resistentes, mas se mantêm infectantes por tempo limitado.

Havia duas hipóteses alternativas para a origem da infecção humana por *Trichuris trichiura*, revistas por Confalonieri e colaboradores (1985). Uma delas refere que *Trichuris trichiura* originou-se com a domesticação do porco (*Sus scrofa*), e que seria uma espécie derivada de *Trichuris suis* (Samsonov, 1969). As duas espécies teriam divergido em período bem recente, e por isso mostram características morfológicas muito semelhantes, embora análises detalhadas mostrem que são espécies distintas. Os hospedeiros desses parasitos são também completamente diversos. O parasito de suínos encontra-se em *Sus scrofa domestica* e *Sus scrofa nigripes*, respectivamente porcos domésticos e selvagens (javali europeu). *Trichuris trichiura* infecta hominoides na natureza, incluindo espécies do gênero *Pongo*, *Pan* e *Hylobates*, e dois cercopitecídeos, *Macaca* e *Papio*.

Outras espécies de *Trichuris* evoluíram em prossímios e primatas do Velho Mundo. *Trichuris cynocephalus* parasita *Papio hamadryas* e *Papio cynocephalus, Trichuris presbyticus* encontra-se em *Prespytis arvunculus* e *Trichuris lemuris*, em *Cheiroglaeus major, Lemur catta*, *Lemur macaco* e *Daubentonia madagascariensis* (Ooi *et al.*, 1993).

A distribuição de espécies de *Trichuris* em primatas indica uma mútua evolução entre si e seus hospedeiros primatas. A diversificação de espécies de *Trichuris* é paralela à radiação adaptativa dos primatas (Sarwar, 1959). A espécie *Trichuris trichiura* emergiu com a evolução dos Hominoidea e, como *Enterobius vermicularis*, já existia em hominídeos desde que eles apareceram.

Os achados paleoparasitológicos de ovos de *Trichuris trichiura* em corpos mumificados e coprólitos humanos sustentam a hipótese de que a espécie antecede a data estimada para domesticação de porcos. A conhecida múmia Ötzi, dos Alpes tiroleses, estava infectada por *Trichuris trichiura*, assim como corpos mumificados encontrados nas turfeiras europeias, antes das datas admitidas para a domesticação dos porcos (Bouchet *et al.*, 2003). No Novo Mundo, encontraram-se ovos de *Trichuris trichiura* em coprólitos humanos datados de cerca de 5.000 anos atrás (Confalonieri, 1988).

As condições ambientes necessárias para manutenção do ciclo de vida do parasito apontam para uma origem em regiões tropicais. Para sucesso de embrionamento, os ovos devem estar em solo com umidade, temperatura e sombreamento adequados. Tais condições são compatíveis com o ambiente tropical e subtropical em que evoluíram os hominídeos e onde se encontram, atualmente, humanos parasitados por essa espécie.

A DATAÇÃO PLEISTOCÊNICA PARA O PARASITISMO POR *ASCARIS LUMBRICOIDES*

Em outros casos, os estudos da paleoparasitologia refutaram suposições sobre a origem de certos parasitos. A semelhança morfológica dos nematoides intestinais *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum*, os ascarídeos de humanos e suínos, respectivamente, levou os pesquisadores a aceitar que a evolução desses parasitos estava, de alguma maneira, relacionada. Geneticamente, esses parasitos diferem muito pouco entre si e podem ser considerados como espécies-irmãs (*sibling species*). Com efeito, comprovou-se que *Ascaris suum* pode infectar experimentalmente humanos e *Ascaris lumbricoides* pode infectar experimentalmente suínos (Leles *et al.*, 2008). É possível que a separação evolutiva tenha acontecido muito recentemente e existem dúvidas sobre se, de fato, são duas espécies distintas.

Desde os trabalhos pioneiros de Cameron sobre *Ascaris lumbricoides*, admitia-se que o parasito fosse originado da espécie encontrada em suínos. Pensava-se que a domesticação dos porcos tivesse proporcionado contato de humanos com os ascarídeos e, subsequentemente, *Ascaris lumbricoides* teria emergido como espécie.

Porém, a infecção por *Ascaris lumbricoides* foi confirmada em sítios arqueológicos das Américas do Norte e do Sul. A datação mais antiga do encontro desse parasito é de 5.000 anos. Até onde se sabe, *Ascaris suum* não infecta

porcos selvagens sul-americanos em condições naturais (Artiodactyla, Tayassuidae). Além disso, não se encontraram registros de *Ascaris lumbricoides* em regiões onde porcos selvagens fossem autóctones. A domesticação de porcos deve ter ocorrido no Velho Mundo em torno de 7.000 anos atrás. Portanto, a presença de *Ascaris lumbricoides* no Novo Mundo é inconsistente com uma origem evolutiva de *Ascaris lumbricoides* a partir de *Ascaris suum* com a domesticação dos porcos.

Os dados sugerem que *Ascaris lumbricoides* tem uma origem evolutiva mais antiga do que se acreditava anteriormente. Porém, os dados da América são circunstanciais. Necessitava-se de evidências diretas do Velho Mundo para se confirmar definitivamente a infecção por *Ascaris lumbricoides* em humanos antes da domesticação dos porcos.

Tais evidências foram finalmente encontradas em coprólitos humanos escavados na França, datados de 28.000 anos (Loreille & Bouchet, 2003). As análises foram positivas para ovos de *Ascaris lumbricoides*. Assim, tudo indica que *Ascaris lumbricoides* tornou-se parasito de humanos desde o Pleistoceno, muito antes da domesticação de porcos.

Pode-se concluir que, se *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum* tiveram uma história evolutiva comum, este último é que seria originário do parasito humano, após a domesticação de suínos, pela convivência humana com estes animais. Justamente o oposto do que se pensava.

Os ovos de *Ascaris* permanecem infectantes no solo por muitos meses ou mesmo anos, dependendo das condições do ambiente (Rey, 2008), mas resistindo a mudanças de muito calor para muito frio, como, por exemplo, no continente europeu. Enquanto o macroambiente mudava, o microambiente, isto é, o organismo do hospedeiro, permanecia o mesmo. Isso permitiu que a infecção por *Ascaris lumbricoides* se mantivesse em pequenos bandos de caçadores-coletores que caracterizaram a pré-história humana.

Se um acampamento temporário estivesse contaminado, os ovos dos parasitos poderiam permanecer viáveis e infectantes por mais de um ano, e infectar novos hospedeiros. Essa relação parasito-hospedeiro-ambiente acentuou-se quando as populações se tornaram urbanas.

Os dados da paleoparasitologia sobre *Ascaris lumbricoides* indicam sua longa história de infecção na Europa, desde períodos muito antigos, ainda no Neolítico. Entretanto, tornou-se muito mais comum nas condições insalubres e de aglomeração da Europa medieval (Fernandes *et al.*, 2005). Após se estabelecer como infecção helmíntica mais comum em humanos, dispersou-se com os europeus que colonizaram outras regiões do globo. O processo desordenado de urbanização, propiciando condições de contaminação ambiental por matéria fecal, tornou a infecção por *Ascaris lumbricoides* parte inevitável da vida urbana.

Um aspecto interessante em relação a *Ascaris lumbricoides* é sua relativa escassez em partes do mundo pré-histórico onde *Trichuris trichiura* é comumente encontrado. Tanto durante o período medieval como nos tempos atuais, *Ascaris lumbricoides* e *Ttrichuris trichiura* estão frequentemente associados. Ambos têm ciclos de vida semelhantes, assim como ovos resistentes que podem permanecer infectantes por longos períodos, meses ou anos (Rey, 2005). Ambos proliferam em condições de aglomeração e insalubridade.

Ainda assim, em tempos pré-históricos, não estiveram sempre associados, ou seus ovos não se conservaram de maneira idêntica nos sítios arqueológicos, o que indica sutil diferença nas relações parasito-hospedeiro-ambiente das duas espécies ou sua preservação no testemunho arqueológico.

Ovos de *Ascaris lumbricoides* foram encontrados somente em dois sítios pré-históricos no Novo Mundo, um no sudoeste dos Estados Unidos e outro no norte do Peru. Existe, ainda, um achado isolado no sudeste do Brasil (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Em contraste, encontraram-se ovos de *Trichuris trichiura* em muitos sítios das Américas.

No Japão, *Ascaris lumbricoides* esteve ausente até a introdução da cultura de arroz, embora *Trichuris trichiura* estivesse presente nas antigas culturas Jomon (Matsui, Kanehara & Kanehara, 2003). Considerando-se a ubiquidade da infecção por *Ascaris lumbricoides* em ocupações urbanas antigas e no mundo atual, sua raridade ou ausência em certas partes do mundo e em certos períodos demanda explicação. Pode ser que as condições do sistema parasito-hospedeiro-ambiente tenham tornado relativamente rara a infecção humana, até que se conformassem os núcleos urbanos e as práticas agrícolas.

Já o processo tafonômico influi de maneira diferente nas estruturas orgânicas de origem diversa (Timothy *et al.*, 2003). Tanto é assim que, nos sítios sul-americanos considerados anteriormente negativos para ovos de *Ascaris lumbricoides* (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003), as técnicas de biologia molecular revelaram resultados positivos com a recuperação de material genético do parasito (Loreille & Bouchet, 2003; Leles *et al.*, 2008, 2009).

Se forem consideradas apenas as datações, tudo indica que a infecção por *Ascaris lumbricoides* disseminou-se na Europa no Pleistoceno, introduziu-se em partes das Américas no Holoceno, mas penetrou no Japão somente com a cultura do arroz (50 AD). Até o momento, não há dados sobre a África que permitam uma avaliação mais precisa sobre sua origem em pré-hominídeos ou ancestrais humanos mais próximos de nossa espécie.

Uma última consideração é que *Ascaris lumbricoides* é mais suscetível a anti-helmínticos do que *Trichuris trichiura*. Vermes adultos de *Ascaris lumbricoides* vivem na luz do intestino delgado e mantêm-se aí por força de movimentos musculares. Os adultos de *Trichuris trichiura* encontram-se com sua parte anterior, mais afilada, mergulhada na mucosa do intestino grosso, projetando a parte caudal na luz do intestino. Há anti-helmínticos que paralisam temporariamente os parasitos. A paralisia temporária de *Ascaris lumbricoides* leva à sua expulsão do intestino, o que pode não acontecer com *Trichuris trichiura*, que se mantém implantado na mucosa intestinal. Portanto, pelo uso de plantas com princípios ativos que causam paralisia em vermes, as populações humanas poderiam ter alterado as condições ambientes para *Ascaris lumbricoides*, limitando a infecção pelo parasito, mas o uso dessas mesmas plantas não faria efeito em *Trichuris trichiura* (Chaves & Reinhard, 2003).

ANTIGUIDADE DA INFECÇÃO POR ANCILOSTOMÍDEOS E SUA PALEODISTRIBUIÇÃO

O quadro clínico chamado de ancilostomíase está associado à presença de *Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus* no intestino humano. Essas espécies podem ser encontradas sozinhas ou associadas no mesmo indivíduo. Consideram-se as espécies *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* como antropofílicas, portanto mais adaptadas ao hospedeiro humano. Porém, existe, ainda, a possibilidade de parasitismo por formas adultas de *Ancylostoma ceylanicum*, assim como por larvas e raramente por formas adultas de *Ancylostoma caninum* e *Ancylostoma braziliense* (Rep, 1963).

Considera-se o sudeste do deserto do Saara, na África, como centro de dispersão da infecção humana por *Necator americanus*. A dispersão de *Ancylostoma duodenale* partiu de algum ponto do norte da África, sul da Europa ou sul da Ásia. Após o aumento da comunicação entre os povos, especialmente durante o século XIX, os limites da distribuição das duas espécies tornaram-se menos nítidos (Manter, 1967).

Cameron (1927) foi quem primeiro discutiu a origem das espécies de ancilostomídeos que parasitam humanos. Para ele, inicialmente os canídeos selvagens e depois os domésticos teriam sido a fonte de uma espécie ancestral de *Ancylostoma duodenale*. Assim, os humanos adquiriram esse parasito após a domesticação de cães.

De acordo com Zeuner (1963), as relações primitivas entre lobos, cães selvagens e caçadores-coletores humanos não poderiam ser muito estreitas, dada a competição que haveria entre eles. Esse autor propôs que a domesticação

do cão ocorreu na Europa, possivelmente durante o Paleolítico, mas certamente no Mesolítico, há cerca de 9.000 anos. Há esqueletos de cães associados a humanos datados de 11.000 anos na Arábia e de 11.500 anos na Pérsia (Protsch & Berger, 1973).

Necator americanus teria se originado de parasitos de ungulados africanos, e um ancestral pré-hominídeo teria sido parasitado no ecótono savana-floresta, no mesmo hábitat de zebras e gnus. Portanto, *Ancylostoma duodenale* teria surgido em *Homo sapiens*, ao passo que *Necator americanus* já infectava ancestrais humanos. Essa visão não era unânime. Fonseca, filho (1972) propunha que ambas as espécies de parasitos já se encontravam em *Homo sapiens* quando este surgiu como espécie, uma vez que existem em antropoides africanos (*Pan (Homo) troglodytes, Gorilla gorilla*). Portanto, esses primatas adquiriram esse parasito de um ancestral comum. Por outro lado, esse ancestral comum passou a ser parasitado, provavelmente, por via ecológica, por ocupar hábitats onde se encontravam hospedeiros infectados, uma vez que as espécies mais próximas de *Necator americanus* encontram-se em animais hospedeiros que não são próximos filogeneticamente de primatas, tais como os ungulados (Chitwood, 1970; Dunn, 1970).

Hoagland e Schad (1978) investigaram a origem de espécies de parasitos herdadas pela via filogenética, usando as características biológicas e relações parasito-hospedeiro observadas em *Necator americanus*. Seus resultados apontaram para uma longa associação com humanos. Os parâmetros verificados na comparação incluíam estratégias de infecção e reprodução, assim como a baixa patogenicidade e virulência.

A presença de *Ancylostoma duodenale* em populações pré-históricas nas Américas, especialmente no nordeste do Brasil, datadas de 7.230±80 anos, é fortemente indicativa de uma associação cães e humanos mais antiga do que anteriormente aceita, se a hipótese de Cameron (1927) for correta. Nesse caso, *Ancylostoma duodenale* teria sua origem bem antes de 7.000 anos, já que tanto o hospedeiro humano como o parasito são originários do Velho Mundo (Araújo, 1988).

Entre os nematoides parasitos, pode-se avaliar a antiguidade das relações parasito-hospedeiro de acordo com as características ontogênicas e a patogenicidade do parasito (Chabaud, 1955). Hoagland & Schad (1978) estudaram essas características para *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*. Os autores pretendiam determinar qual espécie estaria mais adaptada ao hospedeiro humano. Para essa análise, usaram as características da seleção r e K (MacArthur & Wilson, 1967). Quanto mais oportunista é a espécie, mais ela está em processo de conquista de novos hábitats, e considera-se que estejam sob a dominância de padrões de seleção r. As espécies K-selecionadas são mais estáveis no ambiente. Em sua análise, concluíram que *Necator americanus* exibe padrões de maior estabilidade quando comparado com *Ancylostoma duodenale*. Essa análise, entretanto, peca pela comparação entre espécies de parasitos que não são proximamente relacionadas.

Por esse motivo, adotou-se o mesmo procedimento com *Ancylostoma duodenale*, parasito humano, e *Ancylostoma caninum*, parasito de canídeos (Araújo, 1988). Compararam-se padrões morfológicos e biológicos das duas espécies com intuito de saber qual espécie estaria mais adaptada ao seu hospedeiro específico. Os resultados mostraram que o parasito do cão tem mais atributos da seleção r do que *Ancylostoma duodenale* em humanos.

Outros dados que favorecem a hipótese de uma antiga associação de *Ancylostoma duodenale* com humanos é o encontro desta espécie (ou espécies muito proximamente relacionadas) nos outros membros da família Hominidae (Dunn, 1966).

O gênero *Ancylostoma* distribui-se entre os carnívoros, primatas, desdentados, roedores e suínos (Lichtenfels Jr., 1980). Provavelmente surgiu como parasito de carnívoros, adquirindo outros hospedeiros ao longo de sua evolução. Mas *Ancylostoma caninum* não parece ser mais antigo ou mais bem adaptado ao parasitismo em canídeos do que *Ancylostoma duodenale* em *Homo sapiens* (Araújo, 1988).

A origem do parasitismo por *Ancylostoma duodenale* em humanos deve se encontrar, tal como *Necator americanus*, em uma via filogenética, oriunda de pré-hominídeos. Estudos recentes de filogenia, baseados em sequências de ADN, parecem confirmar essas hipóteses, ao mostrarem relações filogenéticas que comprovam uma história mais antiga para *Ancylostoma duodenale* do que para *Necator americanus* (Blaxter, 2000).

Em resumo, os achados paleoparasitológicos indicam que grande parte dos parasitos humanos atuais convivem há muito tempo com a espécie humana. No Velho Mundo, os parasitos da malária e tripanosomatídeos têm longa história evolutiva com os hominídeos. Portanto, as populações humanas surgiram e evoluíram de maneira concomitante a um complexo de parasitos.

A EVOLUÇÃO DOS TRYPANOSOMATIDAE

Os paleoparasitologistas descreveram, em detalhes, algumas relações mais complexas entre parasito, hospedeiro e ambiente. Lambrecht (1985), por exemplo, estudou evidências paleontológicas sobre espécies do gênero *Glossina* (mosca tsé-tsé) na África. Espécies de *Glossina* servem de vetor para *Trypanosoma rhodesiense* e *Trypanosoma brucei*, agentes etiológicos da doença do sono. Sua análise mostrou que o gênero *Glossina* originou-se durante o Plioceno. Com base em características da resistência humana a diferentes espécies de *Trypanosoma*, Lambrecht (1985) apresenta um dado convincente de que pelo menos uma espécie de *Trypanosoma* parasita hominídeos por milhões de anos. As argumentações desse autor sugerem, portanto, que o gênero *Trypanosoma* é outro parasito ancestral do grupo dos hominídeos.[1]

A reconstrução de Lambrecht (1985) foi verificada pela análise molecular de algumas espécies de *Trypanosoma*. Stevens, Noyes e Gibson (1998) analisaram sequências de rRNA de quatro espécies de *Trypanosoma* de primatas humanos e não humanos. Os estudos mostraram que *T. brucei* originou-se de cinco há 15 milhões de anos e coevoluiu com hominídeos.

Um amplo estudo sobre as origens da infecção humana teve início nas Américas, desenvolvido independentemente por diferentes equipes de pesquisadores. Casos clínicos suspeitos de doença de Chagas foram descritos em múmias sul-americanas (Fornaciari *et al.*, 1992), marcando estudos preliminares paleopatológicos em corpos mumificados. Alguns foram parcialmente comprovados por exames histopatológicos, porém sem confirmação se, de fato, as estruturas observadas seriam formas amastigotas de *Trypanosoma cruzi*.

Com o advento das técnicas de biologia molecular, muito se avançou nesse campo, exemplificado no capítulo dedicado à origem e evolução da infecção por *T. cruzi* (ver capítulo 26, dedicado à doença de Chagas).

Capasso (1998) desenvolveu um estudo evolutivo sobre mosquitos vetores preservados em âmbar. Considerando-se as doenças transmitidas por diferentes gêneros de mosquitos vetores de agentes infecciosos, ele deduziu a antiguidade de importantes doenças parasitárias humanas. Sua análise mostrou que os gêneros de mosquitos vetores evoluíram no Plioceno e inferiu que a malária foi uma doença prevalente em hominídeos. Portanto, pela análise da antiguidade do vetor, ele conclui sobre a antiguidade do parasitismo por *Plasmodium* nas populações humanas.

Assim também se iniciaram estudos no Brasil com insetos vetores preservados em âmbar, descrevendo-se novas espécies de flebotomíneos (ver capítulo 10, sobre parasitos em âmbar).

[1] Porém, no caso de *T. cruzi*, não foi esse o caminho, pois este parasito passou a ser transmitido a humanos somente após o povoamento das Américas, de acordo com os dados da paleoparasitologia.

PARASITOS DE ANIMAIS EM COPRÓLITOS HUMANOS

À medida que passaram a conquistar os mais diversos ambientes, os humanos se depararam com parasitos que infectavam outros animais. Esses parasitos são chamados de agentes etiológicos de zoonoses, ou doenças de animais que se transmitem a humanos. Porém, no caso das helmintíases, preferimos chamá-los de parasitos de animais com potencial para infectar humanos, uma vez que no material arqueológico não é possível distinguir as infecções verdadeiras, em que o parasito de fato se estabelece no hospedeiro, daquelas chamadas infecções falsas, em que os ovos de helmintos parasitos de animais são eliminados nas fezes humanas durante alguns dias, sem que a infecção se dê, de fato (Carvalho-Costa et al., 2009). Os dados da paleoparasitologia nas Américas têm se referido à amplitude da distribuição de parasitos de origem zoonótica entre os caçadores-coletores pré-colombianos. É possível também especular sobre o alcance que essas parasitoses, ou parasitoses semelhantes, tiveram na África, uma vez que não há muitos dados paleoparasitológicos desse continente (Dittmar & Steyn, 2004; Horne, 2002).

Nas Américas, encontraram-se os seguintes parasitos em populações de caçadores-coletores: *Moniliformis clarki*, *Diphyllobothrium pacificum*, *Echinococcus granulosis*, *Trichinella spiralis*, *Paragonimus mexicanus*, *Echinostoma* sp., *Parapharyngodon sceleratus* e uma espécie desconhecida de cestoide. Esses parasitos circulam em animais silvestres, infectando humanos por ingerirem carne mal cozida ou insetos (Rey, 2008).

A infecção por *Moniliformis clarki* resulta da ingestão de insetos crus ou mal cozidos. Seu foco de infecção na pré-história situava-se na região de Great Basin, na América do Norte. O consumo de peixes marinhos crus ou mal cozidos pode resultar na infecção por *Diphyllobothrium pacificum*, cuja distribuição parece ter sido principalmente a costa sul-americana do Pacífico (Ferreira *et al.*, 1984; Reinhard & Urban, 2003), mas com casos descritos em populações das ilhas Aleutas (Bouchet *et al.*, 1999).

O cisto hidático resulta da ingestão de ovos de *Echinococcus granulosus*. As mais altas prevalências de hidatidose encontram-se na África atual, onde grupos humanos ingerem o intestino de cães, levemente assado nas chamas. O cozimento é muito ligeiro, insuficiente para matar os embriões no interior dos ovos, o que leva à ingestão de milhares de ovos do cestoide (Garcia, Moro & Schantz, 2007).

Trichinella spiralis causa uma doença em geral grave, e sua história de infecção em humanos parece datar de tempos bem antigos (Owen *et al.*, 2005). A infecção por *Paragonimus mexicanus* resulta da ingestão de crustáceos de água doce mal cozidos. Ovos de *Echinostoma* sp. foram encontrados em abundância em coprólito associado a megacólon, em um corpo mumificado em que se diagnosticou a presença de *T. cruzi* mediante técnicas da biologia molecular. Espécies desse parasito são encontradas em mamíferos que, ao ingerirem peixes ou crustáceos contaminados por suas larvas, desenvolvem a infecção. É infecção comum em países asiáticos na atualidade, mas ainda não descrita nas Américas, exceto esse caso na Pré-história (Sianto *et al.*, 2005).

Ovos de uma espécie não identificada de cestoide foram encontrados em sítios pré-históricos no Arizona e em Utah, em coprólitos humanos e em sedimentos de latrinas. É possível que se trate de ovos de *Dipylidium caninum*, que tem canídeos por hospedeiros definitivos e roedores como hospedeiros intermediários. Os humanos raramente se infectam, mas há casos descritos na atualidade (Neafie & Marty, 1993).

As zoonoses na Europa, durante o Neolítico e o Pós-neolítico, devem ter sido, de fato, um problema para os grupos humanos cujas estratégias de subsistência incluíam carne crua ou mal cozida (Le Bailly *et al.*, 2005, 2007). As culturas forrageadoras foram particularmente bem estudadas nas Américas e podem proporcionar analogias gerais com outras partes do mundo sobre as quais não se tem dados. Os estudos em populações pré-históricas americanas sugerem que

os antigos caçadores-coletores africanos deveriam também estar expostos a infecções semelhantes. Certas espécies de *Echinococcus* e *Trichinella* são endêmicas na África. Outros agentes de zoonoses, como *Toxocara canis*, *Toxoplasma gondii* e vários cestoides, devem ter infectado as populações ancestrais africanas.

Em relação à infecção por *Toxoplasma gondii*, é interessante que não haja registros em populações antigas de humanos ou animais, embora na atualidade seja uma das mais disseminadas por todo o globo (Tamma, 2007). Conseguiu-se recuperar material genético de tecidos de roedores infectados e mumificados experimentalmente (Terra *et al.*, 2004), mas tenta-se ainda o mesmo em material antigo. Deve-se esperar que a toxoplasmose seja uma das mais antigas infecções em humanos e de outros animais, desde os primórdios na África, mas não há ainda dados concretos para confirmar essa hipótese.

Bouchet e colaboradores (2003) encontraram ovos de *Toxocara canis* em sedimentos orgânicos de origem humana e de outros animais, datados de 500.000 a 300.000 anos na Europa. Carnívoros como espécies de hiena e lobo, juntamente com humanos, habitavam a mesma caverna em que os ovos foram encontrados. Como partilharam o espaço, mesmo que em momentos diferentes, supõe-se que a toxocaríase (*Larva migrans visceralis*) ocorra em humanos desde essa época. Esses dados associam-se a achados de práticas de carnear animais no interior de cavernas por *Homo neanderthalensis*, na Europa (Mellars, 2006; Metcalfe, 2007).

INÍCIO DA AGRICULTURA E A DISSEMINAÇÃO DE INFECÇÕES POR MATÉRIA FECAL

Cockburn (1973) demonstrou que a agricultura promoveu a exposição a riscos de variadas dimensões à saúde das populações. Mudanças na ecologia de parasitos, com a introdução da horticultura, foram bem estudadas sob o enfoque da paleoparasitologia. A percepção de Cockburn sobre a influência da horticultura foi comprovada em diversos estudos. Os horticultores de Colorado Plateau, Estados Unidos, foram parasitados por muito maior diversidade de espécies do que os antigos caçadores-coletores (Reinhard, 1988; Reinhard, Hevly & Anderson, 1987). Doenças de contaminação fecal intensificaram-se com a agricultura, e algumas delas devem ter surgido na humanidade nesse período. A infecção anal-oral tornou-se um problema nas pequenas vilas que começaram a ser construídas, como se exemplifica mais adiante com a infecção por oxiurídeos (Hugot *et al.*, 1999).

Durante o período medieval, as infecções por *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* eram tão comuns na Europa que Andrew Jones chegou a encontrar concentrações de até quatrocentos ovos por mililitro de sedimento de solo (Jones, 1985). Parece que as doenças de contaminação fecal haviam se tornado uma característica comum e normal da vida urbana dessa época. Vários registros feitos por paleoparasitologistas confirmam essa afirmativa sobre o parasitismo no período medieval (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003).

A agricultura na América do Norte provavelmente esteve associada à infecção por *Hymenolepis nana* e *Hymenolepis diminuta*. Essas espécies de cestoides têm dois diferentes tipos de ciclos para manter sua circulação em seus hospedeiros (Rey, 2008). Um deles, no caso de *Hymenolepis diminuta*, pode envolver um sistema de dois hospedeiros, um animal vertebrado como hospedeiro definitivo e um animal invertebrado como hospedeiro intermediário. Parasitam roedores, em geral camundongos e ratos ruderais. Esse tipo de associação usualmente envolve uma espécie de coleóptero bastante encontrado em grãos armazenados e roedores. Como discutido por Reinhard, Hevly e Anderson (1987), a agricultura e o armazenamento de grãos facilitaram esse ciclo de vida. Em *Hymenolepis nana*, desenvolveu-se o ciclo direto de transmissão, portanto o parasito transmite-se entre humanos, mas também ocorrem casos de autoinfecção.

O ciclo de vida direto de *Hymenolepis nana* é único entre os cestoides parasitos da espécie humana. Todos os outros cestoides parasitos de humanos têm ciclo de vida múltiplo, com mais de um hospedeiro. O ciclo direto de *Hymenolepis nana* provavelmente surgiu, recentemente, do ciclo com dois hospedeiros. Esse aparecimento foi associado ao comportamento humano. Análises de variações interespecíficas sobre padrões de isoenzimas entre diferentes espécies de *Hymenolepis* mostraram que *Hymenolepis microstoma* foi um ancestral comum a *Hymenolepis diminuta* e *Hymenolepis nana* (Novak, Taylor & Pip, 1989). Essa análise mostra que *Hymenolepis nana* é a espécie surgida mais recentemente e que *Hymenolepis diminuta* é uma forma intermediária. Mais tarde, estudos de imunidade cruzada confirmaram essa hipótese. Os dois himenoleptídeos humanos, *Hymenolepis nana* e *Hymenolepis diminuta*, têm proximidade filogenética, mas *Hymenolepis nana* surgiu mais recentemente (Palmas, Ecca & Gabriele, 1993).

A paleoparasitologia trouxe novas contribuições para se compreender as pressões evolutivas que originaram o ciclo direto de *Hymenolepis nana*. O fator limitante para manutenção da transmissão nessa espécie é que os ovos são muito dependentes de condições do ambiente. Quando está úmido e quente, os ovos podem permanecer viáveis por muitas semanas, mas em ambientes secos são viáveis apenas por poucas horas. Portanto, pela ecologia do sistema parasito-hospedeiro-ambiente de *Hymenolepis nana*, o ambiente determina a probabilidade da infecção.

Ovos de *Hymenolepis nana* foram encontrados somente em sítios arqueológicos do Novo Mundo, até o momento. Estavam presentes em coprólitos pré-históricos no Arizona, na costa do Peru, no deserto de Atacama, no Chile, e no Semiárido do nordeste brasileiro (Gonçalves, Araújo e Ferreira, 2003). Deve-se ressaltar que todos esses sítios correspondem a sociedades de horticultores/agricultores e, no nordeste brasileiro, a caçadores-coletores.

Também se encontraram ovos desse parasito em sedimentos de latrinas no Arizona (Reinhard, Hevly & Anderson, 1987). Dois desses sítios, um no Arizona e outro no Chile, foram positivos para nematoides parasitos com ciclo direto. Assim, para os dois sítios, a transmissão fecal deve ter sido um mecanismo eficiente de infecção. Entretanto, em dois outros sítios, um também no Arizona e outro no Peru, não há evidências de outros parasitos transmitidos por contaminação direta de matéria fecal. Isso pode sugerir que a transmissão direta não foi efetiva nesses locais. Assim, para esses sítios, o ciclo envolvendo dois hospedeiros, inseto e roedor, manteria o ciclo de infecção, e os humanos se tornariam infectados por fortuitamente ingerir o hospedeiro intermediário artrópode, provavelmente coleópteros de grãos ou pulgas (Reinhard, Hevly & Anderson,1987).

OUTROS PARASITOS DE ANIMAIS CAPAZES DE INFECTAR HUMANOS

Para os parasitos, o ambiente é o fator determinante de infecção. A concentração populacional causa problemas sanitários em relação a parasitos, tanto específicos de humanos como de origem animal. Quanto mais fezes de indivíduos infectados se acumularem, tanto mais o ambiente estará contaminado por ovos. Isso potencializa a infecção de certas zoonoses. Por exemplo, os achados paleoparasitológicos do século XVI no Japão (Matsui, Kanehara & Kanehara, 2003) mostram que os humanos se infectavam por *Metagonimus yokogawai* e *Clonorchis sinensis*, entre outras espécies de parasitos. *Metagonimus yokogawai* tem dois hospedeiros intermediários, primeiramente um molusco (*Semisulcospira*) e depois peixes de água doce, de várias espécies.

De forma similar, a infecção humana por *Clonorchis sinensis* está limitada pela distribuição do molusco, em geral *Parafossarulus manchouricus*, e de uma espécie de peixe, que lhe servem de hospedeiro intermediário. O fato de o hospedeiro intermediário estar restrito ao Extremo Oriente significa que a distribuição da infecção é limitada ecologicamente. Porém, descreveu-se um caso nos Estados Unidos, durante o período das migrações de chineses para a América (Reinhard *et al.*, 2008). No século XVI, no Japão, a população já era considerável, e a deposição fecal

fazia-se por toda parte, sem nenhuma estrutura sanitária (Matsui, Kanehara & Kanehara, 2003). Os peixes eram fonte importante de proteína e eram consumidos crus. Assim, o subsistema parasito-ambiente gerava grande risco de infecção para o hospedeiro humano.

Não é surpresa encontrarem-se ovos de parasitos de animais em coprólitos humanos, em virtude de hábitos alimentares que se modificaram ao longo do tempo, podendo tratar-se tanto de falso parasitismo como de infecção verdadeira. Por exemplo, o fato de se encontrarem fragmentos de artrópodes, ou mesmo o animal quase inteiro, em coprólitos humanos, mostra a ingestão intencional por parte dos indivíduos, o que poderia levar à infecção por microrganismos (Johnson *et al.*, 2008).

A paleoparasitologia pode contribuir muito para os estudos sobre as origens das infecções parasitárias, tanto em humanos como em outros animais. A revisão feita por Sianto, Chame e Silva (2009) mostra os primeiros passos para se entender essas relações, oferecendo possibilidades para datar o aparecimento de certos hábitos alimentares na população pré-histórica de acordo com a presença de parasitos específicos de animais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. Origem dos ancilostomídeos parasitos do homem. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC, Ensp/Fiocruz, 1988.

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Paleoparasitology and the antiquity of human host-parasite relationships. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95, supl. 1: 89-93, 2000.

ARAÚJO, A. *et al*. Hookworms and the peopling of America. *Cadernos de Saúde Pública*, 2: 226-233, 1988.

ARAÚJO, A. *et al*. Ten thousand years of head lice infection. *Parasitology Today*, 7: 269, 2000.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

BAER, J. G. *Ecology of Animal Parasites*. Urbana: University of Illinois Press, 1951.

BLAXTER, M. Genes and genomes of *Necator americanus* and related hookworms. *International Journal for Parasitology*, 30: 347-355, 2000.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & LE BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitological research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-101, 2003.

BOUCHET, F. *et al*. First paleoparasitological analysis of a midden in the Aleutian Islands (Alaska): results and limits. *The Journal of Parasitology*, 85: 369-372, 1999.

BROOKS, D. R. & GLEN, D. R. Pinworms and primates: a case study in coevolution. *Proceedings of the Helminthological Society*, 49: 76-85, 1982.

CAMERON, T. W. M. The helminth parasites of animals and human disease. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 20: 547-556, 1927.

CAMERON, T. W. M. *Parasites and Parasitism*. London: Methuen, 1956.

CAPASSO, L. The origin of human malaria. *International Journal of Anthropology*, 13: 165-175, 1998.

CARVALHO-COSTA, F. A. *et al*. Pseudoparasitism by *Calodium hepaticum* (syn. *Capillaria hepatica*; *Hepaticola hepatica*) in the Negro river, Brazilian Amazon. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(10): 1.071-1.073, 2009.

CHABAUD, A. G. Essai d'interpretation phylétique des cycles évolutifs chez les nématodes parasites des vertébrés: conclusions taxonomiques. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 30: 85-126, 1955.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. Paleopharmacology and polllen: theory, method, and application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 207-211, 2003.

CHITWOOD, M. Comparative relationships of some parasites of man and Old and New World subhuman primates. *Laboratory Animal Care*, 20: 389-394, 1970.

COCKBURN, A. Death and disease in ancient Egypt. *Science*, 181: 470-471, 1973.

CONFALONIERI, U. Paleoepidemiologia de *T. trichiura* na América. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC, Ensp/Fiocruz, 1988.

CONFALONIERI, U. E. *et al*. The experimental approach to paleoparasitology: desiccation of *Trichuris trichiura* eggs. *Paleopathology Newsletter*, 51: 9-11, 1985.

DITTMAR, K. & STEYN, M. Paleoparasitological analysis of coprolites from K2, an Iron Age archaeological site in South Africa: the first finding of *Dicrocoelium* sp. eggs. *The Journal of Parasitology*, 90: 171-173, 2004.

DITTMAR, K.; SOUZA, S. M. M. & ARAÚJO, A. Challenges of phylogenetic analyses of aDNA sequences. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 9-13, 2006.

DUNN, F. L. Fur, lice, and history. *Science*, 154: 846-847, 1966.

DUNN, F. L. Patterns of parasitism in primates: phylogenetic and ecological interpretations, with particular reference to the Hominoidea. *Folia Primatologica*, 4: 329-345, 1970.

EWING, H. E. A revision of the American lice of the genus *Pediculus*, together with a key with a consideration of the significances of their geographical and host distributions. *Proceedings of the United States National Museum*, 68: 1-30, 1926.

FERNANDES, A. *et al*. Intestinal parasite analysis in organic sediments collected from a 16th Century Belgium archaeological site. *Cadernos de Saúde Pública*, 21: 329-332, 2005.

FERREIRA, L. F. O fenômeno parasitismo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 4: 261-277, 1973.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & DUARTE, A. N. Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and Middle Pleistocene sites, Central Italy. *The Journal of Parasitology*, 79: 440-442, 1993.

FERREIRA, L. F. *et al*. The finding of eggs of *Diphyllobothrium* in human coprolites (4,100-1,950 B.C.) from Northern Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 79: 175-180, 1984.

FERREIRA, L. F. *et al*. Infecção por *Enterobius vermicularis* em populações agropastoris pré-colombianas de San Pedro de Atacama, Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84, supl. 4: 197-199, 1989.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Pré-Históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar, 1972.

FORNACIARI, G. *et al*. Chagas' disease in Peruvian Inca mummy. *The Lancet*, 339: 128-129, 1992.

FRY, G. F. & HALL, H. J. Parasitological examination of prehistoric human coprolites from Utah. *Proceedings of the Utah Academy of Sciences and Art Letters Part 2*, 46: 102-105, 1969.

FRY, G. F. & MOORE, J. G. *Enterobius vermicularis*: 10,000-year-old human infection. *Science*, 166: 1620, 1969.

GARCIA, H. H.; MORO, P. L. & SCHANTZ, P. M. Zoonotic helminth infections of humans: echinococcosis, cysticercosis and fascioliasis. *Current Opinion on Infectious Diseases*, 20: 489-494, 2007.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 103-118, 2003.

GREENBLATT, C. & SPIGELMAN, M. *Emerging Pathogens: the archaeology, ecology, and evolution of infectious disease*. Oxford: Oxford University Press, 2003.

HEGNER, R.W. The evolutionary significance of the protozoan parasites of monkeys and man. *The Quaternary Reviews of Biology*, 3: 225-244, 1928.

HOAGLAND, K. E. & SCHAD, G. A. *Necator americanus* and *Ancylostoma duodenale*: life history parameters and epidemiological implications of two sympatric hookworms of humans. *Experimental Parasitology*, 44: 36-49, 1978.

HORNE, P. D. First evidence of enterobiasis in ancient Egypt. *The Journal of Parasitology*, 88: 1.019-1.021, 2002.

HUGOT, J. P. Primates and their pinworm parasites: the Cameron hypothesis revisited. *Systematics Biology*, 48: 523-546, 1999.

HUGOT, J. P.; REINHARD, K. & GARDNER, S. L. Human enterobiasis in evolution: origin, specificity and transmission. *Parasite*, 6: 201-208, 1999.

IÑIGUEZ, A. *et al*. *Enterobius vermicularis*: specific detection by amplification of an internal region of 5S ribosomal intergenic spacer and trans-splicing leader RNA analysis. *Experimental Parasitology*, 102: 218-222, 2002.

JOHNSON, K. L. *et al*. A tick from a prehistoric Arizona coprolite. *The Journal of Parasitology*, 94(1): 296-298, 2008.

JONES, A. K. G. Trichurid ova in archaeological deposits: their value as indicators of ancient faeces. *In*: FIELLER, R. J.; GISBERTSON, D. D. & RALPH, N. G. A. (Eds.). *Paleobiological Investigations: research design, methods and data analysis*. Heslington: Symposia of the Association for Environmental Archaeology, 1985. (British Archaeological Reports International Series, 5b).

KITTLER, R.; KAYSER, M. & STONEKING, M. Molecular evolution of *Pediculus humanus* and the origin of clothing. *Current Biology*, 13: 1.414-1.417, 2003.

LAMBRECHT, F. L. Trypanosomes and hominid evolution. *BioScience*, 35(10): 640-646, 1985.

LE BAILLY, M. *et al*. *Diphyllobothrium*: neolithic parasite? *The Journal of Parasitology*, 91: 957-959, 2005.

LE BAILLY, M. *et al*. 'Crise économique' au Néolithique à la transition Pfyn-Horgen (3400 BC): contribution de la paléoparasitologie. *Anthropozoologica*, 42: 175-185, 2007.

LELES, D. *et al*. Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Columbian South America times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LELES, D. *et al*. Molecular diagnosis of ascariasis from human feces and description of a new Ascaris sp. genotype in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 163(1-2): 167-170, 2009.

LEO, N. P. &, BARKER, S. C. Unravelling the evolution of the head lice and body lice of humans. *Parasitology Research*, 98: 44-47, 2005.

LEO, N. P. *et al*. The head and body lice of humans are genetically distinct (Insecta: Phthiraptera, Pediculidae): evidence from double infestations. *Heredity*, 95: 34-40, 2005.

LICHTENFELS JR., C. I. H. Keys to genera of the superfamilies Ancylostomatoidea and Diaphanocephaloidea. *In*: ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G. & WILLMOTT, S. (Eds.). *Keys to Nematode Parasites of Vertebrates n. 8*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau, 1980.

LIGHT, J. E. *et al*. Geographic distributions and origins of human head lice (*Pediculus humanus capitis*) based on mitochondrial data. *The Journal of Parasitology*, 94: 1.275-1.281, 2008.

LINARDI, P. M. *et al*. Prevalence of nits and lice in samples of cut hair from floors of barbershops and beauty parlors in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(4): 471-474, 1988.

LOREILLE, O. & BOUCHET, F. Evolution of ascariasis in humans and pigs: a multi-disciplinary approach. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 39-46, 2003.

MACARTHUR, R. & WILSON, E. O. *The Theory of Island Biogeography*. Princenton, New Jersey: Princenton University Press, 1967.

MANTER, H.W. Some aspects of the geographical distribution of parasites. *The Journal of Parasitology*, 53: 1-9, 1967.

MATSUI, A.; KANEHARA, M. & KANEHARA, M. Palaeoparasitology in Japan-discovery of toilet features. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 127-136, 2003.

MELLARS, P. A new radiocarbon resolution and the dispersal of modern humans in Eurasia. *Nature*, 439: 931-935, 2006.

METCALFE, N. H. In what ways can human skeletal remains be used to understand health and disease from the past? *Postgrad Medicine Journal*, 83: 281-284, 2007.

MUMCUOGLU, K. Y. *et al*. Body louse remains found in textiles excavated at Masada, Israel. *Journal of Medical Entomology*, 40: 585-587, 2003.

NEAFIE, R. C. & MARTY, A. M. Unusual infections in humans. *Clinical Microbiology Review*, 6: 34-56, 1993.

NOVAK, M.; TAYLOR, W. R. & PIP, E. Interspecific variation of isoenzyme patterns in four *Hymenolepis* species (Cestoda). *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2.052-2.055, 1989.

OOI, H. K. *et al*. Comparative study of *Trichuris trichiura* from non-human primates and from man, and their difference with *T. suis*. *Journal of Veterinary Medical Science*, 55: 363-366, 1993.

OWEN, I. L. *et al*. *Trichinella* infection in a hunting population of Papua New Guinea suggests an ancient relationship between *Trichinella* and human beings. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 9: 618-624, 2005.

PALMAS, C.; ECCA, A. R. & GABRIELE, F. Specific cross-immunity between *Hymenolepis nana* and *H. diminuta*: effects of transfer of immunity with homologous and heterologous immune mesenteric lymph node cells in BALB/c mice. *Parassitologia*, 35(1-3): 73-76, 1993.

PEARCE-DUVET, J. M. The origin of human pathogens: evaluating the role of agriculture and domestic animals in the evolution of human disease. *Biological Review of Cambridge Philosophical Society*, 81: 369-382, 2006.

POINAR JR., G. Early Cretaceous trypanosomatids associated with fossil sand fly larvae in Burmese amber. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102(5): 635-637, 2007.

POINAR JR., G. Leptoconops nosopheris sp. n. (Diptera: Ceratopogonidae) and *Paleotrypanosoma burmanicus* gen. n., sp. n. (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), a biting midge-trypanosome vector association from the Early Cretaceous. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(5): 468-471, 2008.

POINAR JR., G. & BOUCOT, A. J. Evidence of intestinal parasites of dinosaurs. *Parasitology*, 133: 245-249, 2006.

PROTSCH, R. & BERGER, R. Earliest radiocarbon dates for domesticated animals: Europe is added to the Near East as another early center of domestication. *Science*, 179: 235-239, 1973.

QUEIROZ, M. L. *et al*. Frequency of soil contamination by *Toxocara canis* eggs in the south region of São Paulo municipality (SP, Brazil) in a 18 month period. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 48: 317-319, 2006.

RAOULT, D. *et al*. Molecular identification of lice from pre-Columbian mummies.*The Journal of Infectious Diseases*, 197: 535-543, 2008.

REED, D. L. *et al*. Genetic analysis of lice supports direct contact between modern and archaic humans. *Plos Biology*, 2: 1.972-1.983, 2004.

REED, D. L. *et al*. Pair of lice lost or parasites regained: the evolutionary history of anthropoid primate lice. *BMC Biology*, 5: 7, 2007.

REINHARD, K. J. Cultural ecology of prehistoric parasitism on the Colorado Plateau as evidenced by coprology. *American Journal of Physical Anthropology*, 77: 355-366, 1988.

REINHARD, K. Archaeoparasitology in North America. *American Journal of Physical Anthropology*, 82: 145-163, 1990.

REINHARD, K. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. & URBAN, O. Diagnosing ancient diphyllobothriasis from Chinchorro mummies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 191-193, 2003.

REINHARD, K. J.; AMBLER, J. R. & MCGUFFIE, M. Diet and parasitism at Dust Devil Cave. *American Antiquity*, 50: 819-824, 1985.

REINHARD, K. J.; HEVLY, R. H. & ANDERSON, G. A. Helminth remains from prehistoric Indian coprolites on the Colorado Plateau. *The Journal of Parasitology*, 73: 630-639, 1987.

REINHARD, K. J. *et al*. Chinese liver flukes in latrine sediments from Wong Nim's property, San Bernardino, California: archaeoparasitology of the Caltrans District Headquarters. *The Journal of Parasitology*, 94(1): 300-303, 2008.

REP, B. H. On the polixenya of Ancylostomidae and the validity of the characters for their differentiation (II). *Tropical and Geographical Medicine*, 12: 271-316, 1963.

REY, L. *Dicionário de Termos Técnicos de Medicina e Saúde*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

REY, L. Nematelmintos parasitos do homem. *In*: COURA, J. R. *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitarias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. v. 1.

REY, L. *Parasitologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RICK, F. M. *et al*. A saga dos piolhos na América do Sul. *Ciência Hoje*, 31: 35-40, 2002a.

RICK, F. M. *et al*. Crab louse infestation in pre-Columbian America. *The Journal of Parasitology*, 88: 1.266-1.267, 2002b.

SALEMI, M. *et al*. High-resolution molecular epidemiology and evolutionary history of HIV-1 subtypes in Albania. *Plos One*, 3(1): 1.390, 2008.

SAMSONOV, A. V. Origins of *Ascaris* and *Trichuris* of man. *Problems in Parasitology*, part I, p. 212-213, 1969.

SARWAR, M. M. Reconstruction of the genus *Trichuris* and a short review of its taxonomy and morphology. *Biologia (Lahore)*, 5: 19-35, 1959.

SIANTO, L.; CHAME, M. & SILVA, C. S. Animal helminths in human archaeological remains: a review of zoonoses in the past. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 51(3): 119-130, 2009.

SIANTO, L. *et al*. The finding of *Echinostoma* sp. (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated of 600-1,200 years before present. *The Journal of Parasitology*, 91: 972-975, 2005.

SOUFFEZ, M. *Des Insects et des Homes: représentations du poux dans la culture andine*, 2001. Thèse, Paris: Université de Paris X Nanterre.

STEVENS, J.; NOYES, H. & GIBSON, W. The evolution of trypanosomes infecting humans and primates. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93: 669-676, 1998.

TAMMA, P. Toxoplasmosis. *Pediatry Reviews*, 28: 470-471, 2007.

TERRA, M. A. *et al*. Detection of *Toxoplasma gondii* DNA by polymerase chain reaction in experimentally desiccated tissues. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99: 185-188, 2004.

TIMOTHY, D. *et al*. Feature. Fossil parasites: a case of identity. *Geology Today*, 19: 136-142, 2003.

YONG, Z. *et al*. The geographical segregation of human lice preceded that of *Pediculus humanus capitis* and *Pediculus humanus humanus*. *Comptes Rendus Biologies*, 326(6): 565-574, 2003.

ZEUNER, F. E. *A History of Domesticated Animals*. London: Hutchison, 1963.

8

Parasitos como Marcadores de Migrações Pré-históricas

Adauto Araújo • Karl Jan Reinhard • Scott L. Gardner • Luiz Fernando Ferreira

Hipóteses sustentadas por investigações clínicas, experimentos e testes empíricos, tanto na natureza como no laboratório, permitiram novas teorias sobre o povoamento das Américas. Destacamos aqui a contribuição de Olympio da Fonseca, filho, sobre parasitismo e migrações pré-históricas (Fonseca Filho, 1972). É também um estudo pioneiro, escrito e publicado em português.

Curioso é que, embora publicado na década de 70 (uma edição de 1970 e outra de dois anos depois), além de um pequeno resumo de 1968 publicado em revista científica em língua portuguesa), o autor não se refira a achados de parasitos em material arqueológico, pois à época já havia alguns artigos publicados sobre múmias da América do Sul (Pizzi & Schenone, 1954).

Olympio da Fonseca, filho cita, inclusive, discurso de Thomas W. M. Cameron, na posse como presidente da Sociedade Americana de Parasitologia, em que este afirmava que "parasitos não deixam esqueletos, portanto deve-se procurar informações em outras fontes" (1950: 20). Entretanto, o trabalho de Olympio da Fonseca, filho é obra fundamental para qualquer estudo sobre origem e evolução de infecções parasitárias na antiguidade, sem paralelo na produção mundial. Sua publicação inspirou questionamentos sobre a presença de determinadas infecções parasitárias entre grupos indígenas pré-colombianos, em contraste com posições então vigentes. Alguns cientistas, à época, atribuíam à chegada de africanos a origem de quase todas as doenças parasitárias nas Américas (Freitas, 1935). Não se pode deixar de mencionar as cartas de Américo Vespúcio e Pero Vaz de Caminha, que se depararam com indígenas a viverem no que lhes parecia o paraíso. Assim se passou também com os jesuítas, que mais tarde veriam que a realidade não era bem assim.

Entre os primeiros artigos referentes a parasitos e migrações humanas, estão os publicados por Ewing (1924), comparando lêndeas e adultos de piolhos encontrados em cabelos de múmias e em escalpos de nativos americanos depositados em museus. Ewing (1926) propôs espécies novas, correspondentes a regiões geográficas e a 'raças' humanas, de acordo com a concepção da época, atribuindo às espécies de piolhos adaptações morfológicas com base nas características dos fios de cabelo dos diferentes indivíduos e populações. As migrações humanas teriam

dispersado a espécie de piolho humano para outros continentes onde, por sua vez, ela sofreu mudanças até se diversificar em espécies ou subespécies novas.

Olympio da Fonseca refere-se à parasitologia geográfica e comparativa como novo método para investigar a pré-história da humanidade. Ele deu início a essas investigações em 1924, como diz no prefácio de seu livro que reúne seu trabalho nessa linha (Fonseca Filho, 1972). Retoma a questão da espécie de piolho parasito de humanos e discute as relações entre hospedeiros e sua origem no continente americano, tendo essa espécie, portanto, se disseminado pelos outros continentes a partir de um foco único. Discute a *Tinea imbricata*, dermatose muito peculiar de nativos de ilhas da Oceania, mas também do continente asiático. Em seguida, comenta os relatórios de viagem do marechal Cândido Mariano da Silva Rondon e de Edgar Roquette-Pinto, que descrevem lesões típicas da micose entre os índios Nambikwara. Fonseca, filho (1924, 1925) visita grupos indígenas de Rondônia, descrevendo as lesões dermatológicas e isolando o agente etiológico, que à época foi descrito como nova espécie sob o nome de *Endodermophyton roquettei*. Em seguida, discute a dispersão dessa parasitose da Oceania e do sudoeste asiático para o continente americano, em épocas pré-colombianas (Fonseca, filho, 1930). Outras parasitoses que fazem parte de sua argumentação são o tifo exantemático epidêmico e o tifo murídeo, assim como a pedra negra, micose superficial encontrada nos fios de cabelo.

Mas é com a extensa exposição de motivos sobre a antiguidade da ancilostomíase nas Américas, na tentativa de comprovar contatos marítimos pré-colombianos, que Fonseca Filho (1972) estimula o surgimento da paleoparasitologia. O autor parte dos achados de Darling (1921) e Soper (1927), que encontram proporção de 13:1 de *Ancylostoma duodenale* em relação a *Necator americanus* entre os índios Lengua do *chaco* paraguaio. Essa proporção é inversa à encontrada na população de origem europeia colonizadora. Darling e Soper argumentam que essa proporção seria forte indicativo da presença da infecção por *Ancylostoma duodenale* no continente americano anterior à chegada de europeus e africanos, sugerindo migrações transpacíficas pré-colombianas para sua introdução nas Américas.

Olympio da Fonseca, filho, faleceu como pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz, um ano antes do surgimento da paleoparasitologia na instituição (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1979).

A DESCOBERTA DO NOVO MUNDO E SEU POVOAMENTO

A chegada de populações humanas ao Novo Mundo sempre foi objeto de intenso debate (Neves, Bernardo & Okumura, 2007), com estudos em que se comparam esqueletos antigos, encontrados nos sítios arqueológicos sul-americanos, buscando dados sobre sua antiguidade e determinação de sexo (Hubbe *et al.*, 2007). Desde a descoberta do Novo Mundo, os europeus buscavam explicações sobre a origem da gente encontrada, com forte referencial religioso: de onde teriam surgido essas pessoas, de que ramo descenderiam de Noé, após o dilúvio? (Laming-Emperaire, 1980). Por motivos de exploração do novo território, rapidamente os nativos passaram a ser vistos pelos colonizadores não mais como habitantes do Jardim do Éden, mas como criaturas sem alma e, portanto, passíveis de serem escravizados e caçados como qualquer outro animal. Somente por bula do papa Paulo III, em 1537, retornariam à categoria humana, o que não evitou seu quase extermínio no continente. Mas sempre permaneceram os questionamentos e investigações sobre sua origem e antiguidade.

As primeiras tentativas com base científica foram feitas por Aleš Hrdlička (1915), cientista de origem tcheca cuja família se estabeleceu nos Estados Unidos no século XIX. Aleš Hrdlička fez o curso de medicina e formou-se antropólogo na França. Fundou a revista *American Journal of Physical Anthropology*. Desde então, diferentes disciplinas passaram a contribuir para o conhecimento sobre o povoamento das Américas. Algumas contestaram a teoria aceita de que

somente povos asiáticos pré-históricos cruzaram a região de Bering há mais de 15.000 anos, quando as condições climáticas criaram a 'ponte de terra e gelo' entre a Sibéria e o Alasca atuais.

Outros pesquisadores levantaram hipóteses alternativas, como o médico e antropólogo francês Paul Rivet, fundador de diversos museus na França, especialmente do Musée de l'Homme em Paris, e em outros lugares do mundo. Rivet esteve no Brasil, com Paulo Duarte e Olympio da Fonseca, filho, na Universidade de São Paulo. Propôs a hipótese de migrações transpacíficas para as Américas, com base em semelhanças de artefatos encontrados no continente americano e asiático (Rivet, 1925).

Outro pesquisador que propôs uma teoria alternativa ao caminho por Bering foi António Augusto Esteves Mendes-Correia, médico e antropólogo português que, em 1926, defendeu a hipótese da passagem de grupos humanos da África para as Américas, cruzando as terras da Antártica (Mendes-Correia, 1926).

Ficaram célebres as viagens realizadas por Thor Heyerdahl na década de 1940, partindo do oceano Pacífico do Peru para a Polinésia e para as ilhas Galápagos e de Páscoa, com réplicas de balsas dos antigos habitantes sul-americanos. Heyerdahl nasceu na Noruega, em 1914, e tornou-se grande navegador e arqueólogo, interessado no povoamento das ilhas da Polinésia (Heyerdhal, s.d.).

Os grupos humanos usaram, de fato, caminhos alternativos, evitando assim as condições de frio extremo do Ártico. Na perspectiva parasitológica, isso é evidenciado pelo encontro de parasitos intestinais em sítios arqueológicos da América do Sul e América do Norte. O ciclo de vida de alguns parasitos intestinais, exclusivos da espécie humana, não poderia ter se mantido nas populações que cruzaram da Sibéria para o Alasca, pelo caminho de Bering.

DOENÇAS NA AMÉRICA PRÉ-HISTÓRICA

Que doenças existiam na América pré-colombiana e quais foram introduzidas pelos conquistadores europeus, seja por eles mesmos ou pelo tráfico de escravos africanos um pouco mais tarde (Williams, 1909; Hoeppli, 1959; Cockburn, 1963, 1967)? Essa era uma pergunta cujas respostas baseavam-se primordialmente em dados especulativos. Autores como Freitas (1935) referem-se à ausência da maioria das doenças parasitárias entre os índios sul-americanos, atribuindo ao tráfico escravo a introdução de praticamente todas as parasitoses conhecidas no seu tempo, com base em inferências circunstanciais. Tudo teria se passado como se grupos humanos não tivessem percorrido e conquistado novos territórios antes das grandes navegações, como se a terra já não estivesse povoada.

Outras perguntas demandavam respostas: introduzidas as infecções tidas como existentes na América pré-colombiana, que rota percorreram os indivíduos infectados e como se deu sua disseminação no continente?

A ancilostomíase tornou-se o exemplo mais usado para a possibilidade de migrações ou contatos transoceânicos entre as populações do Velho e do Novo mundos. Seu ciclo biológico teria sido interrompido com a passagem dos hospedeiros humanos pelo "filtro ártico" no caminho por Beríngia (Stewart, 1960). Mas outros parasitos, do grupo de geo-helmintos, também evidenciam essas rotas alternativas, conforme veremos adiante.

Os argumentos sobre a presença da infecção por ancilostomídeos em épocas pré-colombianas iniciaram-se, como se viu, com as proporções diferenciadas entre os dois agentes etiológicos mais comuns, *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*, encontrados nos indígenas do Paraguai (Darling, 1921; Soper, 1927; Manter, 1967; Fonseca Filho, 1972).

A determinação da espécie de ancilostomídeo é fundamental para os estudos de origem de populações. Mesmo em grupos humanos isolados na atualidade, podem ter ocorridos contatos no passado com outros grupos, o que seria

suficiente para a contaminação por determinado parasito, no caso das espécies de ancilostomídeos (Araújo *et al.*, 1988). Suponha-se um grupo indígena que tenha convivido com europeus durante curto período na época de contato, e que se tenha contaminado por ancilostomídeos. Caso os indígenas tenham sido obrigados a se deslocar para o interior, isolando-se de contato, por guerras ou diferenças culturais, poderiam ter carregado a infecção com eles e, potencialmente, contaminado outros grupos existentes no interior.

A contribuição da paleoparasitologia foi decisiva para a resposta a essa questão. O encontro de vermes adultos no intestino de uma múmia peruana datada de 900 anos a.C. (Allison *et al.*, 1974), bem como de larvas e ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos de um sítio arqueológico no Brasil, datado de 4.390±120 anos a 430±70 anos (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1980, 1983) estabeleceram que a infecção por ancilostomídeos encontrava-se em populações indígenas da América pré-colombiana, o que permitiu a retomada da discussão sobre sua origem (Araújo, 1980).

Com base nesses achados, Araújo, Ferreira e Confalonieri (1981) concluem que somente as migrações por mar seriam capazes de introduzir os ancilostomídeos na América, como as propostas por Meggers e Evans (1966), datadas de 3200 a.C.

Ovos e larva de ancilostomídeos foram encontrados em sítios arqueológicos por todo o mundo (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). As datações mais antigas estão na América do Sul. Coprólitos humanos positivos para ovos de ancilostomídeos, datados de 7.230±80 anos, foram encontrados no sítio arqueológico da Pedra Furada, Piauí, nordeste do Brasil (Ferreira *et al.*, 1987). Ovos de ancilostomídeos foram também encontrados em coprólitos humanos, datados de cerca de 5.000 anos em Minas Gerais (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1982), e em Tiliviche, Chile, datados de 6.000 anos (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003), constatando-se, assim, a antiguidade dessa parasitose na América do Sul.

Da América do Norte há um achado com data pré-colombiana, cerca de 2.177±145 anos antes do presente (AP) (Faulkner & Patton, 2001).

Na Europa, os ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos e em sedimentos de latrinas foram datados de 5.600 a 4.400 anos, na França (Dommelier-Espejo, 2001), e na República Checa, com datas de 3.600 anos (Sebela, Vojtková & Vojtek, 1990 *apud* Aspock, Auer & Pischer, 1999).

As larvas de ancilostomídeos só evoluem até o estágio infectante em ambientes sob temperaturas muito específicas (Rey, 2008; Roberts & Janovy Jr., 2009). Tanto os dados atuais como os modelos paleoclimáticos mostram que os caminhos do norte asiático ao extremo norte americano jamais proporcionaram ambiente em que essas condições climáticas ocorreram (Montenegro *et al.*, 2006).

Usaremos aqui o registro paleoparasitológico de um complexo de parasitos intestinais para contestar a hipótese de que a migração terrestre por Beríngia, em torno de 13.000 anos atrás, representaria o único fluxo migratório humano anterior à chegada de europeus.

Assumindo-se essa premissa, a presença pré-colombiana de ancilostomídeos no continente poderia ser explicada pelos seguintes cenários: a) as migrações por regiões muito frias, onde o ciclo de vida do parasito não se manteria, se deram tão rapidamente que os vermes adultos persistiram nos hospedeiros humanos. Tudo isso deveria ter acontecido no restrito período de oito anos, correspondente ao tempo médio de vida dos vermes adultos no intestino do hospedeiro humano (Cheng, 1986); b) os migrantes fizeram paradas e se reinfectaram em sítios específicos onde a temperatura ambiente era suficientemente alta para que as larvas se desenvolvessem; c) a população de ancilostomídeos trazida pelos migrantes era diferente da atual, com larvas capazes de se desenvolver em temperaturas mais baixas.

Não há possibilidade de variedades tolerantes a temperaturas frias, nem na Ásia, nem tampouco nas Américas, e o cenário 'c' pode ser descartado. O cenário 'b' implica que os migrantes rotineiramente usaram abrigos onde as temperaturas estiveram significativamente superiores à ambiente, especificamente nas latitudes mais altas. É improvável que tais condições estivessem presentes nas grutas do caminho da Sibéria para o Alasca. Mesmo na atualidade, as temperaturas no interior de grutas são significativamente inferiores aos limites de 17-20°C.

Quanto ao primeiro cenário, a velocidade com que os migrantes pré-históricos percorreram o trajeto da Sibéria para o Alasca não tem precedente. Seria preciso que bandos de caçadores-coletores nômades saíssem de regiões da Ásia, onde o ciclo desses parasitos pudessem ser mantidos, e caminhassem diretamente para a América do Norte, também para regiões propícias (Montenegro *et al.*, 2006).

STRONGYLOIDES STERCORALIS

A presença de outro parasito no mundo pré-histórico americano, *Strongyloides stercoralis*, demanda explicações há muitos anos (Reinhard, 1985; Dorris, Viney & Blaxter, 2002). É um parasito muito peculiar entre os parasitos humanos, pois tem um duplo ciclo de vida. Existem gerações que se alternam, tanto de vida livre como de vida parasitária. As fêmeas são partenogenéticas, e, no ambiente fora do hospedeiro, produzem larvas que originam machos ou fêmeas de vida livre. Após a cópula, surgem novas formas larvárias, passando por dois estágios de larva rabditoide, até originarem novos adultos de vida livre. Atualmente sabe-se que em *Strongloides stercoralis* há apenas uma geração de vida livre. Por razões desconhecidas, algumas das larvas de rabditoides de primeiro estágio originam um outro tipo de larva, chamada larva filarioide. Trata-se de larvas muito ativas, capazes de permanecer no solo por muitos dias, mas que só completam sua evolução ao encontrarem um novo hospedeiro (Lok, 2007; Rey, 2008).

No intestino humano, particularmente na mucosa duodenal e nas primeiras porções do jejuno, encontram-se apenas fêmeas partenogenéticas. Os ovos são colocados na mucosa e logo liberam larvas, eliminadas com as fezes. Essas larvas podem seguir por um ciclo de vida direto ou indireto.

No ciclo direto, as larvas rabditoides eliminadas com as fezes originam as larvas filarioides infectantes. Isso pode ocorrer no solo, na pele da região perineal ou no próprio intestino do hospedeiro. No ciclo indireto, após sucessivas mudas no solo, as larvas rabditoides tornam-se machos e fêmeas de vida livre. Ao produzirem ovos, originando larvas rabditoides, essas evoluem finalmente para larvas filarioides infectantes. Nos dois casos, pode ser um fator de manutenção da infecção no hospedeiro (Lok, 2007; Rey, 2008).

A estrongiloidíase é endêmica nos trópicos e subtrópicos, atualmente. No registro arqueológico, encontrava-se em três sítios pré-históricos americanos, todos no sudoeste dos Estados Unidos (Hall, 1972; Reinhard, Ambler & McGuffie, 1985; Reinhard, 1990). Assim como a infecção por *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos, a introdução nas Américas da infecção por *Strongyloides stercoralis* não seria compatível com as migrações humanas por Beríngia.

A EVIDÊNCIA DE MIGRAÇÕES BASEADA EM UM COMPLEXO DE PARASITOS

Como dito anteriormente, consideram-se parasitos espécies biológicas, ou sequências gênicas capazes de reprodução que encontram, em outras, o seu nicho ecológico. Estão, portanto, sujeitas às mesmas pressões biológicas da seleção natural (Araújo *et al.*, 2003). Como toda espécie biológica, as espécies de parasitos não poderiam surgir

simultaneamente em diferentes regiões geográficas. As espécies de parasitos existentes em humanos atualmente compõem-se de parasitos herdados de ancestrais, assim como de parasitos adquiridos ao longo do processo de evolução biológica e social humana.

Lançaram-se críticas às evidências paleoparasitológicas relacionadas a apenas um dos parasitos mencionados (Fuller, 1997). Quando se consideram as três espécies de nematoides, ancilostomídeos humanos, *Trichuris trichiura* e *Strongyloides stercoralis*, todos geo-helmintos, agregam-se valores para sustentar a hipótese de que as migrações humanas pré-históricas se deram por via transpacífica (Reinhard *et al.*, 2001).

Hawdon e Johnston (1996) argumentam que os ancilostomídeos teriam potencial hipobiótico capaz de permitir sua migração pelo caminho ártico. A hipobiose seria a capacidade das larvas de ancilostomídeos de permanecerem viáveis em tecidos até que condições favoráveis estimulem seu retorno ao ciclo biológico. Esse argumento não se sustenta quando se considera a passagem da Sibéria ao Alasca, quando grupos humanos dispersaram-se lentamente pela região por centenas de anos.

A hipobiose não existe em trichurídeos e, no entanto, permanece a evidência de trichurídeos em populações pré-históricas do Novo Mundo. Mesmo considerando-se a durabilidade considerável dos ovos de *Trichuris*, as condições frias do Ártico não teriam permitido sua sobrevivência e evolução no solo.

A possibilidade de autoinfecção em *Strongyloides stercoralis* favorece a permanência dessa parasitose por alguns anos no hospedeiro humano depois da infecção inicial, mas isso ocorre principalmente em formas graves e com deficiência imunológica do hospedeiro. Assim, o ciclo natural do parasito não explicaria sua persistência durante todo o processo migratório de povoamento das Américas.

Combinados, os três parasitos intestinais necessitam de determinado tipo de solo e temperatura favorável, o que seria impossível em Bering durante o longo caminho de seus hospedeiros humanos de trópico a trópico, da Ásia às Américas.

A evidência parasitológica aponta para uma via alternativa usada durante os tempos pré-históricos. Pessoas infectadas por geo-helmintos podem ter chegado à costa do Pacífico cruzando o oceano em barcos. Talvez não tenham criado novas colônias, mas infectaram pessoas que já viviam nas Américas. Como essas pessoas, provavelmente, eram da mesma origem asiática, delas não restou nenhum traço genético destacável, mas somente seus parasitos. Essas navegações datam de mais de 7.000 anos (Ferreira *et al.*, 1987).

A INFECÇÃO POR *ENTEROBIUS VERMICULARIS* NA PRÉ-HISTÓRIA DAS AMÉRICAS

Os ovos de oxiurídeos são comuns em sítios arqueológicos de várias partes das Américas. *Enterobius vermicularis* é a espécie encontrada entre as populações pré-históricas mais antigas das Américas (Hall, 1972). Mais do que a de qualquer outro parasito, a filogenia dos oxiurídeos mostra congruência quando associada à filogenia de primatas (Hugot *et al.*, 1999; Sorci *et al.*, 2003). Isso mostra que houve evolução paralela de oxiurídeos e seus hospedeiros primatas. Ocorreu deriva genética em espécies de oxiurídeos à medida que as populações humanas se dispersaram geograficamente. A divergência e a deriva resultaram na emergência de, pelo menos, uma nova espécie, *Enterobius gregori*, em populações humanas na Ásia e África (Hugot, 1999).

Alena Iñiguez e colaboradores (2002, 2003) investigaram a possibilidade de que a deriva genética tenha ocorrido em oxiurídeos em diferentes partes das Américas. Os pesquisadores levantaram a possibilidade de a migração de povos por Beríngia ter trazido uma linhagem de *Enterobius vermicularis* diferente de outras que tenham usado vias

de migração por caminhos alternativos. Demonstraram diferenças em sequências do genoma do parasito recuperadas de sítios arqueológicos da América do Norte e Chile, e, por essa razão, apontam para diferentes origens de linhagens de *Enterobius vermicularis*.

CONCLUSÕES

Como esses parasitos chegaram ao Novo Mundo? Montenegro e colaboradores (2006) testaram a hipótese de as migrações terem ocorrido em um período curto, o que teria permitido que esses parasitos, adaptados a clima tropical e subtropical, fossem trazidos do Velho Mundo para as Américas. A distribuição de ancilostomídeos *Trichuris trichiura* e *Strongyloides stercoralis* na América pré-histórica foi também testada por um modelo de migração costeira, pelo norte do continente.

Montenegro e colaboradores (2006) usaram os achados de ancilostomídeos em material arqueológico, dados climáticos e modelagem paleoclimática para testar a hipótese de que grupos humanos provenientes de áreas compatíveis com o ciclo de vida dos ancilostomídeos na Ásia teriam cruzado a região de Beríngia rápido o suficiente para permitir a manutenção da infecção e sua introdução nas Américas.

Com seu modelo, os autores testam a hipótese de que, antes do contato europeu, todos os habitantes das Américas, exceto no Ártico e subártico, descendem de migrações para o continente que usaram as rotas terrestres do interior, pelo caminho da ponte de terra e gelo de Beríngia, há cerca de 13.000 anos.

Gradativamente, os dados da paleoparasitologia são usados por diversos autores para propostas sobre o povoamento das Américas. Assim é que Sorenson e Johannenssen (2006) usam os dados da paleoparasitologia como base de suas argumentações, combinando-os com a genética, botânica e conhecimento da agricultura entre os povos antigos como novas sustentações para evidências de migrações pré-históricas por mar. Os resultados mostraram que os antigos povos migrantes, que usaram a rota de Beríngia para a América do Norte, não teriam cruzado esse ambiente, hostil à manutenção do parasito, em tempo hábil para que a infecção por ancilostomídeos fosse introduzida na América pré-histórica. Montenegro e colaboradores (2006) sustentam que a introdução dos ancilostomídeos nas Américas por migrações terrestres, há cerca de 13.000 anos, só poderia ter acontecido sob condições extraordinárias, e mesmo assim seria necessária uma velocidade de deslocamento sem paralelo com o que se conhece sobre a arqueologia do continente. Concluem que, embora a migração da cultura Clóvis (cultura pré-histórica norte-americana) possa ter sido a primeira, não foi a única corrente migratória para as Américas. Com base nas evidências paleoclimáticas e paleoparasitológicas, concluem que outras rotas migratórias podem ter sido as usadas nas navegações costeiras ou transoceânicas.

É importante chamar a atenção dos especialistas e interessados no povoamento das Américas (Santos, Leite & Santos, 2010) para os dados da paleoparasitologia. Assim, os parasitos discutidos neste capítulo são excelentes marcadores para se traçar migrações humanas no passado (Araújo, Reinhard & Ferreira, 2008; Araújo *et al.*, 2008).

REFERÊNCIAS

ALLISON, M. J. *et al*. A case of hookworm infestation in a pre-Columbian American. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 103-106, 1974.

ARAÚJO, A. *Contribuição ao Estudo de Parasitos Encontrados em Material Arqueológico no Brasil*, 1980. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

ARAÚJO, A.; REINHARD, K. & FERREIRA, L. F. Parasite findings in archaeological remains: diagnosis and interpretation. *Quaternary International*, 174: 1-4, 2008.

ARAÚJO, A. *et al*. Hookworm and the peopling of the Americas. *Cadernos de Saúde Pública*, 2: 226-233, 1988.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasites as probes for prehistoric migrations? *Trends in Parasitology*, 24: 112-115, 2008.

ASPOCK, H.; AUER, H. & PICHER, O. Parasites and parasitic diseases in prehistoric human populations in Central Europe. *Helminthologia*, 36: 139-145, 1999.

CAMERON, T. W. M. Parasitology and evolution. Presidential Address. *Transactions of the Royal Society of Canada*, S. 3(44), section 5, 1: 20, 1950.

CHENG, T. C. *General Parasitology*. Orlando: Academic Press, 1986.

COCKBURN, T. A. *The Evolution and Eradication of Infectious Diseases*. Baltimore: John's Hopkins Press, 1963.

COCKBURN, T. A. *Infectious Diseases: their evolution and eradication*. Thomas Sprigfield, 1967.

DARLING, S.T. Observations on the geographical and ethnological distribution of hookworms. *Parasitology*, 12: 217-233, 1921.

DOMMELIER-ESPEJO, S. *Contribuition à l'Étude Paléoparasitologique des Sites Néolitiques en Environnement Lacustre dans les Domaines Jurassien et Pèri-Alpin*, 2001. Thesis, Reims: Université de Reims.

DORRIS, M.; VINEY, M. E. & BLAXTER, M. L. Molecular phylogenetic analysis of the genus *Strongyloides* and related nematodes. *International Journal for Parasitology*, 32: 1.507-1.517, 2002.

EWING, H. E. Lice from human mummies. *Science*, 60: 389-390, 1924.

EWING, H. E. A revision of the American lice of the genus *Pediculus*, together with a consideration of the significance of their geographical and host distribution. *Proceedings of the United States National Museum*, 68: 1-30, 1926.

FAULKNER, C. T. & PATTON, S. Pre-Columbian hookworm evidence from Tennessee: a response to Fuller (1997). *Medical Anthropology*, 20: 92-96, 2001.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Subsídios para a Paleoparasitologia do Brasil – I. Parasitos encontrados em coprólitos no município de Unaí, Minas Gerais. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PARASITOLOGIA, 1979, Campinas. *Anais...* Campinas, 1979.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Finding of helminth eggs in human coprolites from Unaí, Minas Gerais, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 76: 798-800, 1980.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Subsídios para a paleoparasitologia do Brasil – IV. Sobre a presença de ovos de ancilostomídeos e *Trichuris* em múmia encontrada na Gruta do Gentio II – Minas Gerais, Brasil. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PARASITOLOGIA, VII, 1982, Porto Alegre. *Resumos...* Porto Alegre, 1982.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of helminth eggs in a Brazilian mummy. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 77: 65-67, 1983.

FERREIRA, L. F. *et al*. Encontro de ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos datados de 7.230±80 anos, Piauí, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 59: 280-281, 1987.

FONSECA FILHO, O. Sobre a etiologia do 'chimberê', dermatose endêmica dos índios do rio S. Miguel. *Sciencia Médica*, 2: 1-3, 1924.

FONSECA FILHO, O. Sur l'étiologie du chimbéré, nouveau type de dermatose endémique des Indiens du fleuve S. Miguel, *Endodermophyton roquettei*. *Comptes Rendus des Séances de la Societé de Biologie*, 92: 305-306, 1925.

FONSECA FILHO, O. Afinidades parasitológicas e clínicas entre o Tokelau da Polinésia e o chimberê dos indígenas de Matto Grosso. *Boletim da Academia Nacional de Medicina*, 102: 212-228, 1930.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Humanas Pré-históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar, 1972.

FREITAS, O. *Doenças Africanas no Brasil*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1935. v. 51. (Brasiliana, 51)

FULLER, K. Hookworm: not a pre-Columbian pathogen. *Medical Anthropology*, 17: 297-308, 1997.

GONÇALVES, M. L.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 103-118, 2003.

HALL, H. J. *Diet and Disease at Clyde's Cavern*, 1972. Thesis, Salt Lake City: Department of Anthropology, University of Utah.

HAWDON, J. M. & JOHNSTON, S. A. Hookworms in the Americas: an alternative to trans-Pacific contact. *Parasitology Today*, 12: 72-74, 1996.

HEYERDAHL, T. *Aku-aku*. São Paulo: Melhoramentos, s.d.

HOEPPLI, R. *Parasites and Parasitic Infection in Early Medicine and Science*. Singapore: University of Malaya Press, 1959.

HRDLIČKA, A. The peopling of America. *Journal of Heredity*, 6: 79-91, 1915.

HUBBE, M. *et al*. Brief communication: 'Zuzu' strikes again: morphological affinities of the Early Holocene human skeleton from Toca dos Coqueiros, Piauí, Brasil. *American Journal of Physical Anthropology*, 134: 285-291, 2007.

HUGOT, J. P. Primates and their pinworm parasites: the Cameron hypothesis revisited. *Systematic Biology*, 48: 523-546, 1999.

HUGOT, J. P. *et al*. Human enterobiasis in evolution: origin, specificity and transmission. *Parasite*, 6: 201-208, 1999.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. *Enterobius vermicularis*: specific detection by amplification of an internal region of 5S ribosomal RNA intergenic spacer and trans-splicing leader RNA analysis. *Experimental Parasitology*, 102: 218-222, 2002.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. *Enterobius vermicularis*: ancient DNA from North and South American human coprolites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 67-69, 2003.

LAMING-EMPERAIRE, A. Le problème des origines américaines: theories, hypotheses, documents. *Cahiers d'Archéologie et d'Ethnologie d'Amérique du Sud*. Éditions de la Maison des Séances de l'Homme - Presses Universitaires de Lille, 1980.

LOK, J. B. Strongyloides stercoralis: a model for translational research on parasitic nematode biology. *WormBook*, 17: 1-18, 2007.

MANTER, H.W. Some aspects of the geographical distribution of parasites. *The Journal of Parasitology*, 53: 2-9, 1967.

MEGGERS, B. J. & EVANS, C. A transpacific contact in 3000 BC. *Scientific American*, 214: 28-35, 1966.

MENDES-CORREIA, A. A. E. Homo*: os modernos estudos sobre a origem do homem*. 2. ed. Coimbra: Atlântida, Livraria Editora, 1926.

MONTENEGRO, A. *et al*. Parasites, paleoclimate and the peopling of the Americas: using the hookworm to time the Clovis migration. *Current Anthropology*, 47: 193-198, 2006.

NEVES, W. A.; BERNARDO, D. V. & OKUMURA, M. M. M. A origem do homem americano vista a partir da América do Sul: uma ou duas migrações? *Revista de Antropologia USP*, 50: 9-44, 2007.

PIZZI, T. & SCHENONE, H. Allazgo de huevos de *Trichuris trichiura* en un cuerpo arqueológico incaico. *Boletín Chileno de Parasitologia*, 9: 73-75, 1954.

REINHARD, K. J. *Strongyloides stercoralis* in the prehistoric Southwest. *In*: MERBS, C. F. & MILNER, R. J. (Eds.). *Health and Disease in the Prehistoric Southwest*. Tempe: Arizona State University, 1985.

REINHARD, K. J. Archaeoparasitology in North America. *American Journal of Physical Anthropology*, 82: 145-162, 1990.

REINHARD, K. J.; AMBLER, J. R. & MCGUFFIE, R. J. Diet and parasitism at Dust Devil Cave. *American Antiquity*, 50: 20-24, 1985.

REINHARD, K. J. *et al*. American hookworm antiquity. *Medical Anthropology*, 20: 97-101, 2001.

REY, L. *Parasitologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RIVET, P. Les origines de l'homme Américain. *L'Anthropologie*, 25: 293-319, 1925.

ROBERTS, L. S. & JANOVY, J. *Foundations of Parasitology*. Dubuque: McGraw-Hill International Edition, 2009.

SANTOS, A. K. C. R.; LEITE, D. S. & SANTOS, S. E. B. DNA mitocondrial em populações humanas pré-colombianas da Amazônia e as interações do passado (paleogenética). *In*: PEREIRA, E. (Org.). *Arqueologia da Amazônia*. 1. ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2010. v. 1.

SOPER, F. L. The report of a nearly pure *Ancylostoma duodenale* infestation in native American Indians and a discussion of its ethnological significance. *American Journal of Hygiene*, 7: 174-184, 1927.

SORCI, G. *et al*. Correlated evolution between host immunity and parasite life histories in primates and oxyurid parasites. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 270: 2.481-2.484, 2003.

SORENSON, J. L. & JOHANNESSEN, C. L. Biological evidence for pre-Columbian transoceanic voyages. *In*: MAIR, V. H. *Contact and Exchange in the Ancient World*. Honolulu: University of Hawai'i Press, 2006.

STEWART, T. D. A physical anthropologist's view of the peopling of the New World. *Southwestern Journal of Anthropology*, 16: 259-273, 1960.

WILLIAMS, H. U. The epidemic of the Indians of New England, 1616-1620, with remarks on the native American infections. *John's Hopkins Hospital Bulletin*, 20: 340-349, 1909.

parte II

Vestígios de Parasitos Preservados em Diversos Materiais, Técnicas de Microscopia e Diagnóstico Molecular

9

Estudo de Microinclusões em Coprólitos

Paulo Roberto de Figueiredo Souto

Os coprólitos quase sempre possuem resíduos não digeridos na atividade alimentar. Esses incluem partes duras de presas (ossos, dentes, escamas, otólitos, queratinas e quitinas) e restos de plantas (fragmento de madeira, cutículas, fitólitos e sementes). Essas inclusões são, de fato, as melhores provas da identidade dessas estruturas.

A ocorrência e a investigação de microestruturas orgânicas em coprólitos de idade superior a 3 milhões de anos são mais complexas, se comparadas à análise de excrementos em estado mumificado. O avançado estado de litificação que a estrutura adquire ao longo do processo de fossilização exige um processo mais cuidadoso para recuperar esses vestígios. Nesse caso, a análise das partículas orgânicas inclusas dependerá do grau da dissociação permitida pela matriz do coprólito e envolve metodologias mais complexas.

Quando as micropartículas orgânicas ingeridas resistem a condições ambientes, as estruturas celulares e os tecidos podem ser preservados no interior do coprólito e, então, separados da matriz e examinados individualmente.

Nos casos em que a permineralização ocorreu pela calcita, a dissolução por tratamento ácido poderá danificar e mesmo destruir estruturas identificáveis. Entretanto, quando as partículas são resistentes, como carapaças, esporos e cutículas vegetais, a possibilidade de identificação se torna maior. Assim, a maioria dos estudos das microinclusões em coprólitos se faz inicialmente por cortes delgados, e, ainda que o material perca a sua tridimensionalidade, pode-se identificar uma variedade significativa de material orgânico.

Renault e Bertrand (1895) relataram pela primeira vez a presença de microrganismos em coprólitos produzidos por vertebrados do Permiano da França, identificando um incontável número de bactérias, estimando de 12 mil a 140 mil bactérias por mm^3. Posteriormente, no século passado, dois trabalhos sobre atividade microbiana fóssil em coprólitos de idade triássica do estado do Arizona (Lipman & McLees, 1940) e em coprólitos de idade eocênica do estado de Wyoming (Bradley, 1946), Estados Unidos, em que a matriz coprolítica foi laminada e dissolvida, permitiram a identificação de bactérias entéricas silicificadas na forma de cocos, bastões e ovoides, e também esporos de fungos e de algas unicelulares de água doce.

Ainda no século passado, os trabalhos realizados por Stokes (1964) e Chin e Gill (1996), empregando a técnica de corte delgado, revelaram no interior dos coprólitos de dinossauros herbívoros a presença de fragmentos vegetais e grande quantidade de material amorfo silicificado, atribuído a possíveis estruturas bacterianas.

Nos últimos anos, trabalhos que aplicaram a dissolução da matriz coprolítica por processo químico (Hollocher *et al.*, 2001; Baszio & Richter, 2001) revelaram inclusões biomineralizadas associadas à atividade alimentar e decompositora produzida por bactérias e invertebrados (Wilby & Martill, 1992; Richter & Baszio, 2001; Prasad *et al.*, 2005). Mais recentemente, estudos moleculares têm revelado um campo promissor de pesquisas no âmbito da parasitologia, devido a evidências da presença de parasitos intestinais em coprólitos (Poinar Jr., 2007; Poinar Jr. & Boucot, 2006), indicando que insetos tenham sido vetores de patógenos como os agentes da malária e a leishmaníase, e que, associados a outros parasitos intestinais, como protozoários e helmintos, tenham atuado como uma das possíveis causas da extinção de muitos grupos, dentre os quais os dinossauros.

METODOLOGIA

A raridade de preservação de um coprólito torna necessário adotar procedimentos analíticos que viabilizem o máximo de aproveitamento do material (Amstutz, 1958; Häntzschel, El-Baz & Amstutz, 1968).

Um dos procedimentos mais utilizados na investigação de microinclusões em coprólitos consiste em realizar cortes ou secções delgadas, recomendando-se, para um maior aproveitamento do corte, o sentido longitudinal, ou seja, no sentido do plano com maior medida em comprimento. Corta-se, então, o exemplar ao meio com serra elétrica, e secciona-se cada metade novamente em um ou dois cortes. Fixam-se os cortes com cola epóxi nas lâminas de vidro e procede-se ao polimento até a espessura aproximada de 1,5 a 3,5 mm, conforme o grau de translucidez permitido pelo corte (Hirsch, 1979).

No caso de o exemplar ser maior que o tamanho de uma lâmina convencional, devem-se confeccionar previamente lâminas de vidro adaptadas ao tamanho do exemplar. Posteriormente submetem-se os cortes à luz transmitida e polarizada ao microscópio óptico binocular acoplado a câmera digital, fotografando-se com objetivas de diferentes aumentos para investigar a presença de inclusões orgânicas.

Faz-se a separação por tratamento químico das microinclusões orgânicas de fezes no estado petrificado pela aplicação de HCL (ácido clorídrico) a 10% para dissolver os cristais de carbonatos. Depois, lavam-se e centrifugam-se as partículas. Posteriormente, ressuspendem-se os resíduos duas vezes em HF (ácido fluorídrico) a 40% para remoção de silicatos, deixando-se-os decantar por 12 horas. Lava-se o precipitado ao menos duas vezes com água bidestilada e, após centrifugação, leva-se-o para análise ao microscópio óptico (Hansen & Gudmundsson, 1979).

OCORRÊNCIA DE MICROINCLUSÕES EM COPRÓLITOS DE ARCOSSAUROS

Os coprólitos provenientes da localidade de Pinheiros, município de Candelária, no Rio Grande do Sul, datam de 230 m.a. (milhões de anos) do início da era Mesozoica (Triássico Médio). Os coprólitos caracterizam-se por massas isoladas ou aglomeradas, em excelente estado de conservação, apresentando dominância de formas ovoides aglomeradas associadas e um menor número das formas cilíndricas isoladas.

A paleofauna encontrada nesse sedimento constitui-se principalmente de dicinodontes (répteis mamaliformes). Inicialmente, esses coprólitos, quando descobertos, foram erroneamente considerados como ovos ou concreções

(Von Huene, 1990). Entretanto, estudos posteriores revelaram sua outra natureza biológica (Souto, 2000). Esses coprólitos apresentam, além do aspecto estrutural peculiar de grandes aglomerados, informações importantes para o entendimento das relações paleoecológicas durante o Gondwana. Os exemplares analisados pelo processo de lâmina delgada revelaram a presença de palinomorfos e restos vegetais pertencentes ao grupo das cicadáceas (Prancha 1: figuras 1a, 1b, 1c, 1d).

OCORRÊNCIA DE MICROINCLUSÕES EM COPRÓLITOS DE PEIXES

O registro de coprólitos de peixes é frequente em muitas unidades sedimentares no território brasileiro. Entretanto, o registro mais importante e representativo de coprólitos associados a peixes encontra-se na bacia do Araripe (CE). Situada na região Nordeste, essa bacia contém a maioria dos afloramentos no Ceará. Sua origem está relacionada ao evento de abertura do oceano Atlântico Sul, caracterizando um mar epicontinental durante aquele momento. Nesses sedimentos, além da preservação numerosa de peixes, são registrados também fósseis de pterossauros, quelônios e dinossauros.

A principal unidade sedimentar onde os coprólitos são abundantes corresponde à Formação Santana (Cretáceo Inferior). Aí se encontram principalmente nos membros Ipubi, inclusos entre as lâminas de folhelhos pretos e Formação Romualdo, preservados no interior de nódulos calcários. Em ambas as unidades estão presentes estruturas cilíndricas e ovoides.

Os coprólitos nessa região são principalmente associados a peixes fossilizados, apresentando bom estado de preservação. A condição de preservação desses exemplares indica que são autóctones quanto a sua origem. Quanto ao processo de fossilização, apresentam permineralização da estrutura interna por minerais de calcita. A composição química, determinada por fluorescência de raios X, mostra-se constituída de fosfato de cálcio. As análises dos aspectos microscópicos por corte de lâmina delgada revelaram a presença de radiolários, ostracoides e vermes (Prancha 1: figuras 1e, 1f, 1g, 1h; Prancha 2: figuras 2a, 2b, 2c).

OCORRÊNCIA DE MICROINCLUSÕES EM COPRÓLITOS DE RÉPTEIS

Registraram-se coprólitos de répteis nas bacias do Paraná e de São Luís. A área da bacia do Paraná abrange o nordeste da Argentina, o centro-sul do Brasil, do estado do Mato Grosso ao estado do Rio Grande do Sul, a porção leste do Paraguai e o norte do Uruguai. Já a bacia de São Luís situa-se no norte do Maranhão. Nos dois casos, os coprólitos estão associados a sedimentos depositados durante o Cretáceo Superior.

Na bacia de São Luís, os coprólitos estudados foram coletados no afloramento denominado Laje do Coringa, que corresponde à Formação Itapecuru, da bacia de São Luís. O sítio está localizado na porção oriental da ilha do Cajual situada na baía de São Marcos no estado do Maranhão. A litologia da Laje constitui-se principalmente por depósitos rudíticos, os quais variam desde conglomerados líticos (seixos, blocos e fragmentos) até amplos *bone-beds*. Os coprólitos ocorrem inclusos ou soltos no sedimento da Laje e estão associados a abundantes fragmentos ósseos de dinossauros, crocodilomorfos e peixes. Cerca de cinquenta amostras foram descritas, identificando-se coprólitos de formas ovoides, cilíndricas, cônicas e espiraladas. As análises dos cortes laminares revelam, além da permineralização por cristais de óxido de ferro, a presença de escamas, vermes e restos vegetais inclusos na matriz do coprólito (Prancha 2, figuras 2d, 2e, 2f, 2g).

Os coprólitos existentes na bacia do Paraná estão associados a répteis, principalmente ao grupo dos crocodilomorfos. Os materiais provêm de sedimentos que correspondem litologicamente à Formação Adamantina, depositada durante

o Cretáceo Superior, e são coletados em diferentes afloramentos na região a oeste do estado de São Paulo. Muitos vestígios alimentares macroscópicos foram observados. Entretanto, alguns cortes delgados realizados revelaram, até o momento, somente a presença de microbivalves.

OCORRÊNCIA DE MICROINCLUSÕES EM COPRÓLITOS DE MAMÍFEROS

Durante o Cenozoico, a maioria dos coprólitos encontrados está relacionada à expansão dos mamíferos nos ambientes de terra firme. Entre os registros mais significativos está a bacia de São José de Itaboraí, situada na localidade de São José no município de Itaboraí (RJ).

Essa bacia constitui-se de calcários fitados cortados por canais de dissolução, preenchida por argilas e margas escura. É uma bacia conhecida pela assembleia fóssil constituída por rica fauna de mamíferos, gastrópodes pulmonados e restos vegetais (Bergqvist, Moreira & Pinto, 2006), e mais recentemente pela presença de fezes fossilizadas (Souto, 2007).

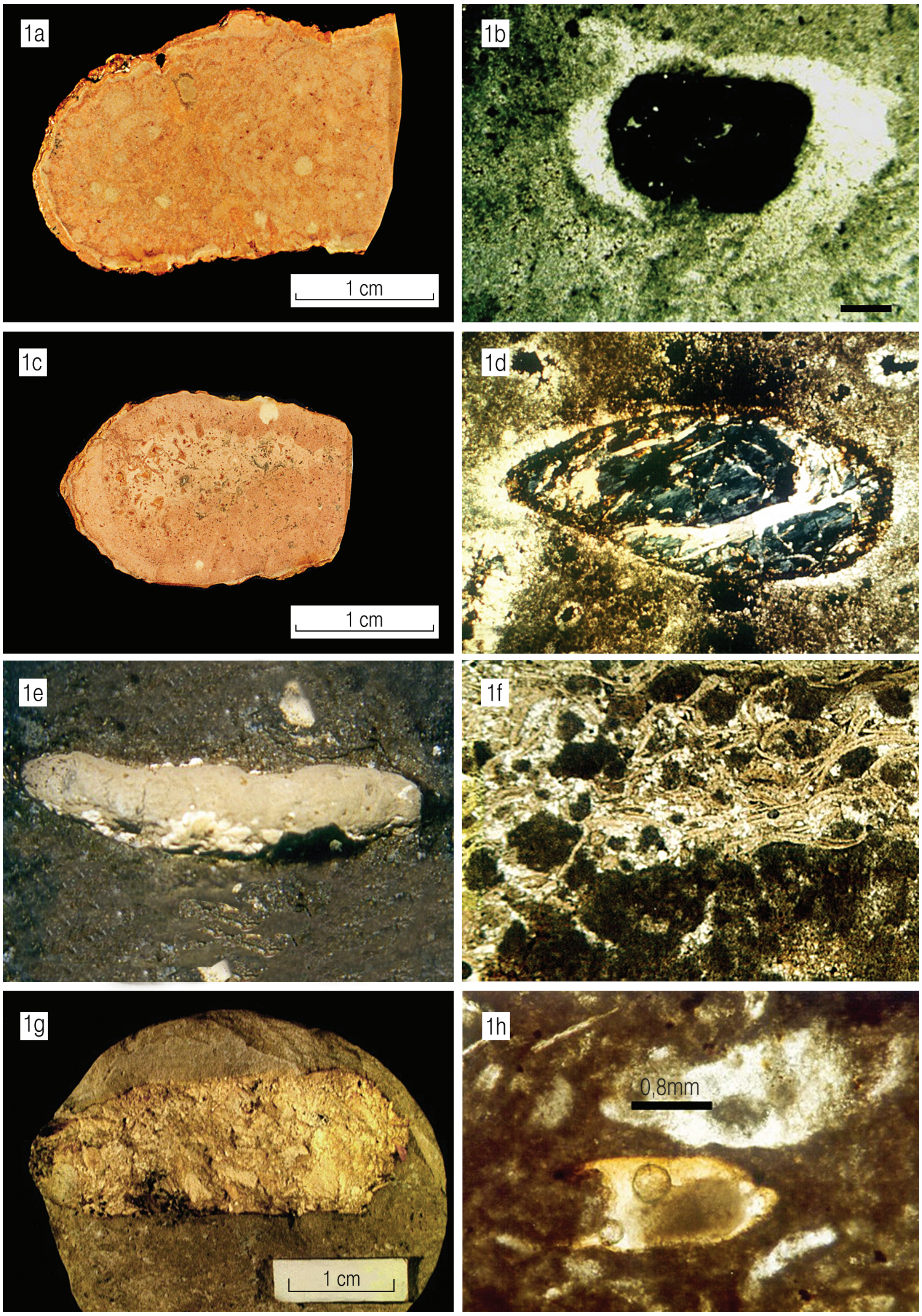
Coletaram-se coprólitos na parte sul da bacia, nas camadas de calcários fitados acinzentados existentes nos canais de dissolução, onde também ocorrem ossos de vertebrados. Estratigraficamente, essas camadas pertencem a níveis inferiores da sequência e correspondem ao episódio de sedimentação ocorrido durante o período Paleoceno, no início da era Cenozoica.

O fato de a maioria dos coprólitos apresentar quebras ou estar fragmentada permite que sejam considerados, quanto à origem, para-alóctones. Na parte externa de alguns exemplares estão preservadas marcas da musculatura excretora, cavidades de compactação e polaridades terminadas em pino que evidenciam a identidade biológica do material. Em consequência da estrutura interna demasiadamente friável, fizeram-se observações das microinclusões com tratamento químico, revelando a presença de esporos e fitólitos de gramíneas. Trata-se este último de elemento inédito para essa sequência do registro fossilífero (Prancha 2, figuras 2h, 2i).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

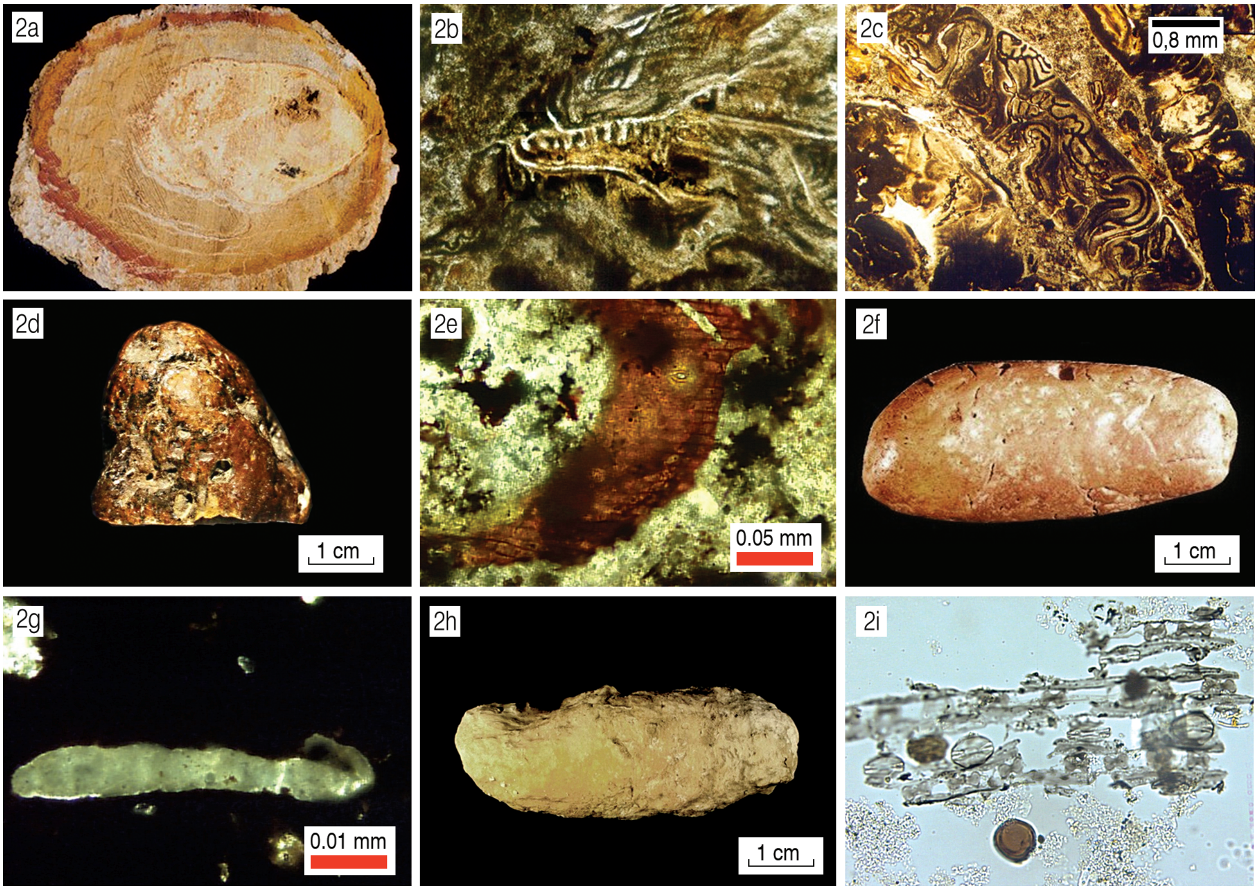
A relevância dos coprólitos para pesquisa praticamente acabou de surgir no panorama científico, se compararmos com o tempo de existência com outras áreas da paleontologia. A implementação de novas técnicas (Poinar *et al.*, 1998), como a coproscopia molecular, e a especialização dos estudos sobre coprólitos em outras partes do mundo têm propiciado novos caminhos de investigação de grande relevância para o entendimento das interações biológicas que atuaram no passado. No Brasil, ainda que o registro de ocorrências tenha aumentado significativamente (Souto, 2008), somente nos últimos anos foi possível estabelecer procedimentos adequados e permanentes de trabalho voltados para os coprólitos em elevado estado de petrificação. As ocorrências anteriormente citadas são um testemunho do que está por vir no âmbito das paleoparasitologia. A presença de microinclusões de natureza parasitária apresenta-se como uma forte tendência das pesquisas para os próximos anos.

Prancha 1 – Coprólitos de répteis mamaliformes e peixes



1a: Coprólito MCT 1517r em corte longitudinal.
1b: Esporângio de pteridófita, em luz transmitida, ampliação de 200x.
1c: Coprólito MCT 1528r em corte longitudinal.
1d: Semente de conífera, em luz transmitida, ampliação de 100x.
1e: Coprólito UFRJ-DG 213-IcV, associado ao nódulo calcário.
1f: Valvas de ostracodes em luz transmitida, ampliação de 250x.
1g: Coprólito UFRJ-DG 290-IcV, associado ao nódulo calcário.
1h: Radiolário em luz transmitida, ampliação de 100x.

Prancha 2 – Coprólitos e vestígios alimentares



2a: Coprólito UFRJ-DG 291-IcV, incluso em nódulo calcário.
2b: Escolecodonte em luz transmitida, ampliação de 100x.
2c: Corpo de verme em luz transmitida, ampliação de 250x.
2d: Coprólito UFRJ-DG 265-IcV.
2e: Lenho de *Paradoxopteris* sp. em luz transmitida, ampliação de 200x.
2f: Coprólito UFRJ-DG 260-IcV.
2g: Elemento vermiforme em luz transmitida, ampliação de 100x.
2h: Coprólito de herbívoro MCT 3066m.
2i: Esporo de fungo e fitólito de gramínea em luz transmitida, ampliação de 250x.

REFERÊNCIAS

AMSTUTZ, G. C. Coprolites: a review of the literature and a study of specimens from Southern Washington. *Journal of Sedimentary Petrology*, 28: 498-508, 1958.

BASZIO, S. & RICHTER, G. Traces of a limnic food web in the Eocene Lake Messel, a preliminary report based on fish coprolites analyses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 166 (3-4): 345-368, 2001.

BERGQVIST, L. P.; MOREIRA, A. L. & PINTO, D. R. *Bacia de São José de Itaboraí: 75 anos de história e ciência*. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil, CPRM, 2006.

BRADLEY, W. H. Coprolites from the bridger formation of Wyoming: their composition and microorganisms. *American Journal of Science*, 244: 215-239, 1946.

CHIN, K. & GILL, B. D. Dinosaurs, dung beetles and conifers: participants in a Cretaceous food web. *Palaios*, 11(3): 280-285, 1996.

HANSEN, J. & GUDMUNDSSON, L. A method for separating acid-insoluble microfossils from organic debris. *Micropaleontology*, 25(2): 113-117, 1979.

HÄNTZSCHEL, W.; EL-BAZ, F. & AMSTUTZ, G. C. Coprolites, an annotated bibliography. *Memoirs of the Geological Society of America*, 108: 1-132, 1968.

HIRSCH, K.F. The oldest vertebrate egg? *Journal of Paleontology*, 53(5): 1.068-1.084, 1979.

HOLLOCHER, T. Bacterial residues in coprolites of herbivorous dinosaurs: role of bacterial in mineralization of feces. *Palaios*, 16: 547-565, 2001.

LIPMAN, C. B. & MCLEES, E. A new species of sulfuroxidizing bacteria from a coprolite. *Soil Science*, 50: 429-433, 1940.

POINAR JR., G. Early cretaceous Trypanosomatids associated with fossil sand fly larvae in Burmese amber. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102: 635-637, 2007.

POINAR JR., G. & BOUCOUT, A. J. Evidence of intestinal parasite of dinosaurs. *Parasitology*, 133: 245-249, 2006.

POINAR, H. N. *et al*. Molecular coproscopy: dung and diet from of the extinct ground sloth *Nothrotheriops shastensis*. *Science*, 281: 402-406, 1998.

PRASAD, V. *et al*. Dinosaur coprolites and the early evolution of grasses and grazers. *Science*, 310: 1.170-1.180, 2005.

RENAULT, B. & BERTRAND, C. E. Premières observations sur des bacterias coprophiles de l'époque permiènne. *Comptes Rendues de l'Association Française Avance du Science Caenoizoique*, 1.894: 583-587, 1895.

RICHTER, G. & BASZIO, S. Traces of a limnic food web in the Eocene Lake Messel: a preliminary repost based on fish coprolite analyses. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 166(3/4): 345-368, 2001.

SOUTO, P. R. F. Tetrapodes coprolites from the Middle Triassic of Southern Brazil. *Gaia Geociences Journal*, 16: 51-57, 2000.

SOUTO, P. R. F. Os coprólitos da bacia de São José de Itaboraí, estado do Rio de Janeiro. *In*: CARVALHO, I. S. *et al*. (Orgs.). *Paleontologia: cenários da vida*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. v. 1.

SOUTO, P. R. F. *Coprólitos do Brasil, Principais Ocorrências e Estudo*. Rio de Janeiro: Publit Soluções Editoriais, 2008.

STOKES, W. L. Fossilized stomach contents of sauropod dinosaur. *Science*, 143(3.606): 576-577, 1964.

VON HUENE, F. F. *Répteis Fósseis do Gondwana Sul-Americano: resultado das escavações no Brasil meridional em 1928/29*. Trad. Carlos Burger. Santa Maria: Editora Universidade Santa Maria, 1990.

WILBY, P. R. & MARTILL, D. M. Fossil fish stomachs: a microenvironment for exceptional preservation. *Historical Biology*, 6: 25-236, 1992.

10

Artrópodes e Parasitos Encontrados em Âmbar

Reginaldo Peçanha Brazil • José Dilermando Andrade Filho

O âmbar é uma resina fossilizada resultante da transformação das resinas produzidas por várias espécies vegetais existentes em épocas remotas e ocorre em diversas partes do mundo.

Geralmente consiste de pequenos depósitos, sem importância comercial, mas de grande importância científica. O âmbar é conhecido desde épocas pré-históricas, sendo utilizado como amuleto ou objeto de culto. Através dos séculos, o homem vem utilizando o âmbar como joia e objetos de arte ou mesmo objetos de uso diário. Vários produtos do âmbar também foram utilizados no passado no preparo de verniz, sabonete, sais de banho ou produtos farmacêuticos.

A mais antiga indicação do uso do âmbar pelo homem vem da França na forma de um pedaço de âmbar encontrado em uma caverna nos Pirineus e também em outros locais no sul da Europa, sem qualquer sinal de ter sido trabalhado.

Já o âmbar trabalhado em forma de contas data do Paleolítico (9000 anos a.C.), encontrado em uma caverna no sul da Inglaterra. A partir do Neolítico, na Idade do Bronze (4000 a.C.–1000 a.C.) ocorreu uma grande expansão na comercialização e distribuição do âmbar báltico. Nesse período ficaram estabelecidas as rotas de comércio de âmbar. Na Idade do Ferro os âmbares trabalhados floresceram em qualidade e peças descobertas em sítios arqueológicos variam de figuras esculpidas a verdadeiras joias que permanecem deslumbrantes até hoje.

Fenícios, etruscos, gregos e romanos não só usaram o âmbar no comércio como também confeccionaram objetos de arte em âmbar. No período medieval, o âmbar reaparece quando os cavaleiros teutônicos, em 1283, tornam-se senhores absolutos da Prússia e, com o monopólio da produção de âmbar na península de Samland, passam a produzir artigos religiosos, principalmente contas Paternoster. Os cavaleiros mantiveram a indústria do âmbar com mãos de ferro, a ponto de proibirem qualquer coleção de âmbar das praias do Báltico sob pena de morte. No século XIV, Bruges tornou-se o maior centro de manufatura de âmbar da Europa, com mais de trezentos artífices de âmbar registrados na cidade.

Embora não seja um mineral, muitos o consideram pedra semipreciosa, especialmente pela facilidade em ser esculpido. Sua coloração varia do amarelo ao laranja, tornando-se transparente após polimento e valorizado como joia. Como resina, tem a função de proteger os vegetais da ação de microrganismos e mesmo de insetos que tentam

penetrar no lenho das árvores. A exsudação da resina pode ocorrer por qualquer lesão que a árvore venha a sofrer e até mesmo um simples ataque de insetos é suficiente para sua formação. A resina protege a árvore atuando como cicatrizante, e suas propriedades antissépticas também a protegem de microrganismos.

Diferentes tipos de árvores produzem diferentes tipos e quantidades de resina. As coníferas sempre foram as principais produtoras de resina, mas vários outros vegetais podem também exudar esta substância. Atualmente, somente dois tipos de árvores podem produzir resina estável que, com o tempo, se fossilizaria em âmbar. Eles são os pinhos de kauri (*Agathis australis*), da Nova Zelândia (Figura 1), e algumas espécies de leguminosa *Hymenaea* da África Oriental, América do Sul e Central.

Figura 1 – Pinhos de kauri (*Agathis australis*) da Nova Zelândia



O processo de transformação de resina em âmbar depende de diversos fatores. No momento em que a resina é exsudada inicia-se o processo de endurecimento, com a perda de produtos voláteis. A resina contém substâncias tais como óleos, ácidos, álcoois e compostos aromáticos responsáveis pelo odor 'resinoso'. O processo é também conhecido como polimerização: moléculas orgânicas se agregam para formar moléculas maiores chamadas de polímeros. Nesse processo leva-se de 2 a 10 milhões de anos até que a resina agora chamada âmbar esteja completamente polimerizada sem qualquer substância volátil. O produto intermediário é o copal, também resina endurecida, mas que não perdeu totalmente as substâncias voláteis. Embora seja uma resina relativamente antiga, é bem mais nova que o âmbar, por isso é conhecida como resina subfóssil. A fossilização da resina na produção de âmbar leva em torno de 2 a 10 milhões de anos, embora muitos fatores estejam envolvidos para se estimar com certeza sua formação. O copal é muitas vezes confundido com o âmbar, mas quando exposto à luz e ao ar forma rachaduras poligonais na superfície, reage ao álcool e apresenta um baixo ponto de fusão quando comparado ao âmbar.

Entretanto, do ponto de vista paleontológico, o âmbar com inclusões vegetais ou animais é de valor inestimável para os estudos dos organismos e ambientes entre 15 e 150 milhões de anos atrás.

DEPÓSITOS DE ÂMBAR

A produção de resina pelos vegetais remonta ao Paleozoico. Entretanto, encontramos maior abundância de âmbar somente a partir do Triássico. O Cretáceo foi de grande importância na história da Terra, já que, naquele período, as plantas produtoras de flores apareceram e substituíram as antigas coníferas e samambaias, passando a ser os vegetais dominantes.

Os âmbares com inclusões são encontrados principalmente na região báltica, República Dominicana, México, Burna (Myanmar), Líbano e Nova Jersey. Entre os âmbares com inclusões, os do Báltico e os da República Dominicana são os mais comuns. O âmbar báltico é de origem marinha e data do Eoceno Superior ao Oligoceno Inferior. Já o âmbar da República Dominicana pode variar do Eoceno Superior ao Mioceno Médio e é encontrado em minas no interior da ilha.

O ÂMBAR BÁLTICO

O âmbar báltico é um dos mais conhecidos em todo mundo e é encontrado nos países que estão em torno do mar Báltico. Representa cerca de 80% de todos os âmbares encontrados no mundo. Os maiores depósitos são encontrados em áreas da península de Samland, parte da Rússia entre a Polônia e a Lituânia.

Este âmbar é originário de depósitos abaixo do mar Báltico e seu aparecimento no litoral está associado às frequentes tempestades que liberam as peças de âmbar. Embora existam dúvidas sobre o tipo de árvore que teria produzido o âmbar báltico, as plantas e insetos nele preservados indicam que ele se originou de diferentes tipos de árvores (Pinaceae e Araucariceaea) que seriam comuns em uma floresta subtropical. Aparentemente era uma floresta que ocupou uma grande área na atual Europa. Em nossos dias, pode-se encontrar âmbar na Polônia, Alemanha, Lituânia, Estônia, Dinamarca, Suécia, Holanda e até mesmo na Grã-Bretanha.

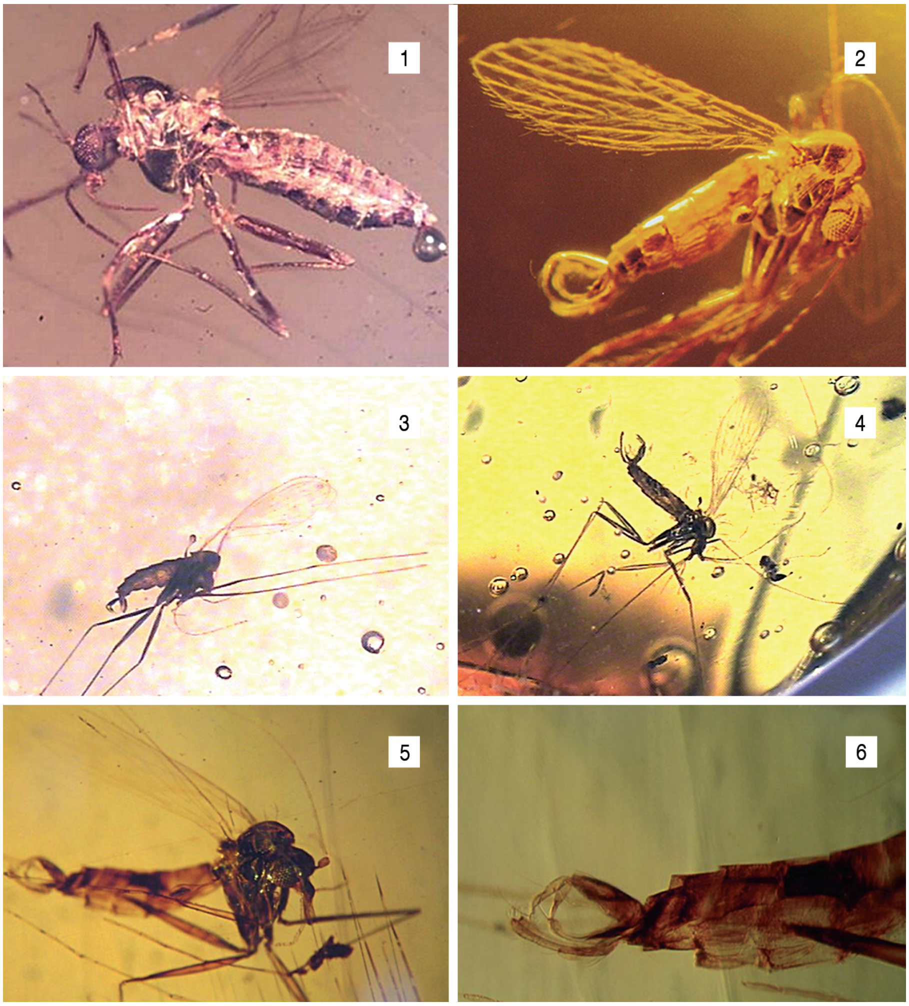
O âmbar do Báltico geralmente tem cor amarelo-limão ou laranja, podendo ser opaco ou ligeiramente transparente. A presença de grandes quantidades de ácido succínico (3-8%) está na origem de sua outra denominação, succinito. A forma mais transparente geralmente apresenta inclusões com insetos. O âmbar báltico foi muito estudado quanto à fauna entomológica, da qual foram descritas mais de cinco mil espécies. Porém, o âmbar proveniente da República Dominicana, caracterizado por fauna tropical, tem um número bem menor de espécies descritas.

O ÂMBAR DA REPÚBLICA DOMINICANA

O chamado âmbar dominicano (alusivo à República Dominicana) é proveniente da ilha de Hispaniola, no Caribe. Embora conhecido desde a descoberta da Américas por Colombo, sua exploração só se deu a partir de 1960, quando se iniciou a exploração de diversas minas.

Existem muitas minas na ilha onde o âmbar dominicano é comercializado livremente e vendido como pedra semipreciosa ou âmbar com inclusões (Figura 2, prancha). É geralmente claro, mas com uma grande variedade de cores. A maioria apresenta coloração que vai do amarelo ao laranja, com diferentes tonalidades que podem ser vistas em uma mesma peça.

Figura 2 – Âmbar com insetos, República Dominicana



1 – Ceratopogonídeo.
2, 3, 4, 5, 6 – Flebotomíneo.
Fotos Reginaldo Peçanha Brazil e José Dilermando Andrade Filho, 2008.

Na República Dominicana, as minas estão situadas nas partes altas da ilha, conhecidas como cordillera Septentrional. As minas são, na verdade, pequenos túneis escavados pelos habitantes locais onde as peças de âmbar são encontradas e levadas para as cidades de Santiago e Santo Domingo, onde são polidas e comercializadas. A idade do âmbar dominicano pode variar do Eoceno Inferior ao Mioceno Médio. Quimicamente, o âmbar dominicano é similar ao copal do leste africano, tendo sido produzido pelo mesmo tipo de árvores do gênero *Hymenaea*. Na República Dominicana, a planta que produzia o âmbar (*H. protera*, já extinta) é diferente das que existem ainda hoje.

O âmbar dominicano apresenta uma variedade de inclusões. Os insetos são os mais diversificados e mais bem preservados do que os observados em outros âmbares. A presença de muitos insetos tropicais no âmbar da República Dominicana nos leva a afirmar que a ilha de Hispaniola era formada por uma floresta tropical não muito diferente da atual.

INCLUSÕES EM ÂMBAR

Cada âmbar reflete bem o tipo de resina que originalmente exsudava nos diversos vegetais. Essas resinas são quimicamente diversificadas, de acordo com a proveniência. Compõem-se de diferentes terpenos em diversas concentrações, e são eles que determinam a preservação de organismos no âmbar. Como foi dito, os insetos encontrados no âmbar dominicano são mais bem preservados do que o âmbar do Báltico ou de outras procedências (México e Burna).

Não são somente de animais e plantas as inclusões encontradas em âmbar. Bolhas de ar e gotas d'água são também comuns, mas as inclusões de vegetais ou animais são de grande importância no estudo da flora e fauna do passado e até das relações entre eles.

A questão do tamanho é algo que temos de considerar nas inclusões em âmbar, já que animais com mais que 2 cm, tais como pererecas, escorpiões, aranhas e grandes insetos, são geralmente fortes o bastante para saírem de dentro da resina antes que esta endureça.

É comum observar pernas e asas de insetos ou pernas de aranhas que quebram no momento em que estes tentam sair da resina. Alguns produtos animais também são observados em âmbar: fezes de pequenos animais, pelos, penas, exúvia de insetos etc.

Vegetais

Os vegetais são bastante comuns em âmbar, embora nem toda inclusão vegetal seja facilmente identificável. No âmbar do Báltico, é comum o fragmento de plantas, principalmente casca e cerdas das flores de carvalho, que provavelmente são originárias das árvores que produziram o âmbar. Pólen e esporos acorrem com frequência, mas só podem ser observados ao microscópio. A flora do âmbar do Báltico é mais bem conhecida do que a do âmbar da República Dominicana.

Plantas fósseis em âmbar incluem uma variedade de vegetais. A maioria dos espécimes vegetais no âmbar dominicano é principalmente angiosperma (plantas que florescem), ao passo que no âmbar do Báltico ocorrem tanto as angiospermas quanto as gimnospermas (Poinar Jr. & Poinar, 1999).

Artrópodes

O âmbar é de grande importância no reconhecimento dos fósseis de animais terrestres, principalmente pequenos insetos que normalmente não são bem preservados em rochas sedimentares. Em conjunto com as rochas sedimentares

que preservam bem os insetos de grande porte, como libélulas (Odonatoptera) e gafanhotos (Orthoptera), mas que não são observados com frequência em âmbar, podemos reconstruir as florestas do passado. Com relação aos demais artrópodes, vetores biológicos de parasitos, os registros também são escassos, embora alguns grupos sejam mais frequentes. São os seguintes os grupos de artrópodes de importância já encontrados preservados em âmbar:

Triatominae – Os triatomíneos são insetos pertencentes à ordem Hemíptera, subordem Heteroptera. A família, Reduviidae, é bem mais antiga onde a presença de forma fósseis sugere que os predadores tenham-se originado no final do período Permiano e início do Triássico (245-290 milhões de anos), sendo provável que os hemípteros hematófagos tenham surgido logo após o aparecimento dos primeiros mamíferos. Apesar de haver o registro de várias espécies de predadores da família Reduviidae em âmbar, o mesmo não ocorre com a subfamília Triatominae, em que até o momento apenas uma espécie de triatomíneo é conhecida, *Triatoma dominicana* Poinar Jr., 2005. Esse fóssil está incluso em âmbar da República Dominicana e a espécie foi descrita com base na exúvia do quinto instar larval de uma ninfa. Por se tratar apenas da exúvia, e também por haver perda de algumas estruturas (por exemplo, rostro), o autor que a descreveu a incluiu com dúvidas nesse gênero e novos registros são necessários para confirmar a presença desse gênero no Mioceno. Ao ser incluso no âmbar, o inseto liberou uma gotícula de fezes. Nelas, encontrava-se um tripanossomatídeo, descrito como *Trypanosoma antiquus* Poinar Jr., 2005. Poinar Jr. (2005a) sugere que o barbeiro tenha se alimentado de um morcego infectado, já que há pelos de morcego nas proximidades do inseto.

Phthiraptera – O registro fóssil dos piolhos é bastante fragmentado e controverso. *Saurodectes vrsanskyi* Rasnitsyn & Zherikhin 1999 foi descrita como o primeiro piolho mastigador fóssil, encontrado na Rússia (Cretáceo Inferior) e incluído em uma nova família (Saurodectidae). Sugere-se que este piolho tenha sido parasito de pterossauros (Kumar, 2004). Embora até o presente momento não exista evidência da presença de piolho desta ordem em âmbar, indivíduos adultos alados da ordem Psocoptera da família Liposcelididae já foram encontrados em âmbar do Cretáceo de Burma (*Cretoscelis burmica*) e do Mioceno da República Dominicana (*Belaphopsocus dominicus*). O gênero *Cretoscelis* é um grupo extinto de Liposcelidae, uma família de piolhos de vida livre e considerado grupo irmão dos verdadeiros piolhos (Phthiraptera), ectoparasitos de pássaros e mamíferos. Lêndeas em pelos conservados no âmbar do Báltico comprovam a presença de ectoparasitos em pequenos mamíferos do Eoceno (Galati, 2003; Grimaldi & Engel, 2006).

Siphonaptera – Como os piolhos, as pulgas fósseis são bastante incomuns. Afinal, esses insetos têm uma relação muito próxima com seus hospedeiros; portanto, a chance de ficarem enterrados ou presos a uma resina é quase nenhuma. As pulgas apareceram há cerca de 140 milhões de anos, em paralelo aos seus hospedeiros mamíferos, e até o momento somente cinco espécies são conhecidas como fósseis: três do âmbar báltico (*Palaeopsylla baltica, Palaeopsylla dissimilis* e *Palaeopsylla klebsiana*) e duas do âmbar dominicano (*Pulex larimerius* e uma espécie de *Rhopalopsyllus* ainda não descrita). É provável que essas pulgas atormentassem roedores e morcegos no Eoceno e no Mioceno.

Ixodidae e Argasidae – Os carrapatos vêm sendo encontrados em âmbar do Cretáceo ao Mioceno. Embora haja diversas especulações sobre a origem dos carrapatos, o fóssil mais antigo, até o momento, é do Cretáceo (90–44 milhões de anos). Alguns carrapatos descritos em âmbar são de gêneros ainda existentes como *Amblyomma*, mas a maioria pertence a gêneros já extintos.

Culicidae – Os culicídeos ou mosquitos apresentam uma distribuição cosmopolita. As fêmeas das espécies são hematófagas e servem de vetor para uma infinidade de parasitos. Espécies fósseis não são comuns, e menos ainda em inclusões em âmbar. As espécies descritas pertencem ao âmbar do Eoceno/Oligoceno do Báltico e do Mioceno da República Dominicana. Quatro espécies de *Aedes* são conhecidas do âmbar do Báltico: *A. damzeni* Szadziewski, 1998, *A. hoffeinsorum* Szadziewski, 1998, *A. serafini* Szadziewski, 1998 e *A. perkunas* Podenas, 1999.

Até há pouco tempo, acreditava-se que os anofelíneos só teriam aparecido no Novo Mundo no final do Terciário. Entretanto, a descrição de *Anopheles (Nyssorhynchus) dominicanus* Zavortink, T. J. & Poinar Jr., 2000 no âmbar dominicano reforça sua presença anterior.

Outros gêneros extintos de mosquitos são conhecidos tanto em âmbar de Burma como em âmbar da República Dominicana. No gênero *Culex* foi descrito recentemente *C. malariager* Poinar Jr., 2005, que se alimentaria em aves. Um detalhe interessante com relação a esse exemplar é que ele estava infectado por uma espécie de protozoário, descrito como *Plasmodium domiminicana* Poinar Jr., 2005, como se discute mais adiante.

Ceratopogonidae – Os ceratopogonideos têm sido encontrados em resinas do Cretáceo de diversas regiões do mundo e de âmbar do Terciário do México e República Dominicana. A família inclui cerca de 253 espécies fósseis. A fauna mais bem conhecida é a do Báltico (Eoceno). É importante ressaltar o encontro de um ceratopogonídeo (provavelmente o gênero extinto *Protoculicoides*) do âmbar de Burma naturalmente infectado por um tripanosomatídeo que os autores consideram como tripanosomatídeo monogenético.

Phlebotominae – A subfamília foi criada por Rondani em 1840. Por muitos anos, considerou-se que tinha um único gênero: *Phlebotomus*. Em 1948, Theodor propôs que a subfamília fosse dividida em quatro gêneros: *Phlebotomus* (Rondoni) e *Sergentomyia* França para as espécies do Velho Mundo, *Brumptomyi*a França & Parrot e *Lutzomyia* França para as espécies americanas. Na subfamília Phlebotominae está a maioria dos psicodídeos hematófagos onde se incluem algumas espécies vetoras de doenças. Esta subfamília é encontrada em praticamente todos os continentes com uma história evolutiva bastante longa, tendo aparecido ao final do Paleozoico ou início do Mesozoico (Andrade Filho & Brazil, 2003; Azar & Nel, 2003).

O gênero *Pintomyia foi* criado por Costa Lima em 1932 como subgênero de *Phlebotomus* e elevado à categoria de gênero por Galati em 1995. De acordo com essa autora, *Pintomyia* é subdividida em dois subgêneros: *Pintomyia* e *Pifanomyia*. Ambos incluem espécies vivas e extintas. As espécies vivas são encontradas principalmente na região andina e na América Central e, na maioria das vezes, associadas às matas ou florestas. A especiação neste grupo com distribuição tão ampla é o resultado dos eventos biogeográficos e climáticos que afetaram a flora e fauna da região nos últimos 15 milhões de anos.

Com o crescente interesse em âmbar com inclusões de insetos, vários Phlebotominae fósseis vêm sendo estudados. Nosso grupo descreveu novas espécies a partir da primeira descrição de um flebotomíneo no âmbar dominicano (Brazil & Andrade Filho, 2002; Andrade Filho, Galati & Falcão, 2006). A maioria das espécies fósseis descritas em âmbar da República Dominicana pertencem ao gênero *Pintomyia*, subgênero *Pifanomyia*, sendo que apenas uma espécie de flebotomíneo (*Trichopygomyia killickorum*) da República Dominicana não pertence a esse grupo (Andrade Filho, Falcão & Brazil, 2004). As outras três espécies já descritas pela nossa equipe são desse grupo de espécies.

Recentemente, Peñalver e Grimaldi (2005) descreveram cinco espécies de flebotomíneos fósseis da República Dominicana. Os autores enquadraram apenas uma espécie dentro de *Pifanomyia* [como Grupo *verrucarum* de Young e Duncan (1994)]; entretanto, as outras quatro espécies aparentemente também pertencem a esse grupo. Um estudo detalhado da descrição desses flebotomíneos ou um estudo realizado diretamente nos próprios fósseis faz-se necessário para sanar esse problema.

As espécies atuais do subgênero *Pifanomyia* são encontradas, em sua maioria, na América Central, incluindo as ilhas caribenhas, principalmente em área de mata. Isso pode ser um indicativo de que as espécies extintas também viviam nesse tipo de hábitat, e que essa seria a vegetação predominante na República Dominicana 20 milhões de anos atrás.

Além de flebotomíneos adultos, outras descobertas interessantes já foram observadas. Poinar Jr. (2007) encontrou duas larvas de flebotomíneo com cerca de 100 milhões de anos em âmbar de Burma. Junto da larva estava um fungo que poderia estar servindo como alimento no momento em que a seiva aprisionou o inseto. Nos movimentos para se liberar da seiva, a larva excretou um pouco de fezes em que se encontrava um tripanossomatídeo, provavelmente ancestral dos digenéticos. Um gênero primitivo de tripanossomatídeo parasito de flebotomíneo também já foi descrito por Poinar Jr. e Poinar (2005) no âmbar de Burma, levando os autores à hipótese de que *Paleomyia burnitis* Poinar, 2004, um flebotomíneo primitivo, estivesse transmitindo *Paleoleishmania proterus* para vertebrados no Cretáceo.

Parasitos de artrópodes

A presença de artrópodes fósseis parasitados por fungos, bactérias, protozoários ou nematoides é bastante rara, mas não impossível de se encontrar. Aparentemente, entomofungos são mais comuns, já que o fato desses fungos estarem no exoesqueleto de um artrópode no momento da inclusão em âmbar torna mais fácil a sua identificação do que a de um parasito interno. Vários tipos de fungos ectoparasitos já foram observados no âmbar da República Dominicana e no âmbar de Burna (Poinar Jr. & Poinar, 2005).

Em fezes do *Triatoma dominicana*, um triatomíneo com cerda de 20 milhões de anos, encontraram-se formas tripomastigotas do *Trypanosoma antiquus* – segundo Poinar Jr. (2005a), um parasito de morcegos na floresta da República Dominicana. Outros tripanossomatídeos aparecem também em Ceratopogonidae e flebotomíneos. Em Ceratopogonidae (*Protoculicoides*) encontrado no âmbar de Burma (cerca de 100 milhões de anos), identificou-se um tripanossomatídeo monogenético, assim como as formas promastigotas encontradas no flebotomíneo *Palaeomyia burmitis* Poinar, 2004 foram consideradas como um gênero de leishmania primitiva, *Paleoleishmania proterus* (Poinar Jr. & Poinar, 2004).

Poinar Jr. (2007) encontrou duas larvas de flebotomíneo em âmbar de Burma, com cerca de 100 milhões de anos. Junto a elas, estava um fungo que poderia estar servindo como alimento no momento em que o inseto foi aprisionado pela seiva. Nos movimentos para se liberar da seiva, a larva excretou um pouco de fezes. Essas fezes continham um tripanossomatídeo monogenético e, segundo o autor, poderia ser um tripanossomatídeo ancestral dos digenéticos.

O mesmo autor descreveu, já no âmbar dominicano, a espécie *Culex malariager* (Poinar Jr., 2005b). Provavelmente, os indivíduos pertencentes a ela tinham nas aves sua fonte de alimento. Foi descrita, recentemente, no âmbar dominicano a espécie *Culex malariager* (Poinar Jr., 2005b), que se alimentaria em aves. Um detalhe interessante com relação a esse exemplar é que ele estava infectado por uma espécie de protozoário, *Plasmodium dominicana* (Poinar Jr., 2005c). A descrição dessa espécie de *Plasmodium* baseia-se em oocistos, esporozoítos, oocinetos e microgametócitos encontrados na cavidade do corpo da fêmea de *Culex malariager*. Segundo o autor, esse protozoário provavelmente foi responsável pela malária aviária e estaria envolvido com a malária de primatas. Nesse caso, sua origem teria se dado nas Américas (Poinar Jr., 2005c).

Nematoides fósseis são raros e a maioria dos encontrados em âmbar é indicativa de uma associação forética ou parasítica com insetos ou artrópodes (Poinar & Buckley, 2006).

Além de flebotomíneos adultos, destacam-se outras descobertas importantes. Um gênero primitivo de tripanossomatídeo parasito de flebotomíneo também já foi descrito por Poinar Jr. e Poinar (2005) no âmbar de Burma, levando os autores a sugerir que *Paleomyia burnitis* Poinar, 2004, um flebotomíneo primitivo, estivesse transmitindo a espécie *Paleoleishmania proterus* para vertebrados no Cretáceo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE FILHO, J. D. & BRAZIL, R. P. Relationships of new word phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) based on fossil evidence. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 145-149, 2003.

ANDRADE FILHO, J. D.; FALCÃO, A. L. & BRAZIL, R. P. A new phlebotomine fossil species *Trichopygomyia killickorum* sp. n. (Diptera: Psychodidae), found in the Dominican Republic amber. *Parasite*, 11(1): 71-73, 2004.

ANDRADE FILHO, J. D.; GALATI, E. A. B. & FALCÃO, A. L. Description of *Pintomyia (Pifanomyia) brazilorum* sp. nov. a new fossil species from the Dominican Republic (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101: 141-142, 2006.

AZAR, D. & NEL, A. Fossil psychodoid flies and their relation to parasitic diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 35-37, 2003.

BRAZIL, R. P. & ANDRADE FILHO, J. D. Description of *Pintomyia* (*Pifanomyia*) *falcaorum* sp. n. (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), a fossil sand fly from Dominican Amber. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 501-503, 2002.

GALATI, E. A. B. Classificação de Phlebotominae. *In*: RANGEL, E. F. & LAINSON, R. (Ed.). *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

GRIMALDI, D. & ENGEL, M. S. Fossil Liposcelididae and the lice ages (Insecta: Psocodea). Proceedings. *Biological Sciences*, 273: 625-33, 2006.

KUMAR, P. Antiquity of Phthiraptera: fossil evidence. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 49: 159-168, 2004.

PEÑALVER, E. & GRIMALDI, D. Assemblages of mammalian hair and blood-feeding midges (Insecta: Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in Miocene amber. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 96: 177-195, 2005.

POINAR JR., G. *Triatoma dominicana* sp. n. (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), and *Trypanosoma antiquus* sp. n. (Stercoraria: Trypanosomatidae), the first fossil evidence of a triatomine-trypanosomatid vector association. *Vector Borne Zoonotic Diseases*, 5: 72-81, 2005a.

POINAR JR., G. *Culex malariager* n. sp. (Diptera: Culicidae) from Dominican amber: the first fossil mosquito vector of Plasmodium. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 107: 548-553, 2005b.

POINAR JR., G. *Plasmodium dominicana* n. sp. (Plasmodiidae: Haemospororida) from Tertiary Dominican amber. *Systematic Parasitology*, 61: 47-52, 2005c.

POINAR JR., G. Early cretaceous trypanosomatids associated with fossil sand fly larvae in Burmese amber. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 102: 635-637, 2007.

POINAR JR., G. & BUCKLEY, R. Nematode (Nematoda: Mermithidae) and hairworm (Nematomorpha: Chordodidae) parasites in early cretaceous amber. *Journal of Invertebrate Pathology*, 93(1): 36-41, 2006.

POINAR JR., G. & POINAR, R. *The Amber Forest: a reconstruction of a vanished world*. New Jersey: Princeton University Press, 1999.

POINAR JR., G. & POINAR, R. *Paleoleishmania proterus* n. gen., n. sp., (Trypanosomatidae: Kinetoplastida) from cretaceous Burmese amber. *Protist*, 155: 305-310, 2004.

POINAR JR., G. & POINAR, R. Fossil evidence of insect pathogens. *Journal of Invertebrate Pathology*, 89: 243-250, 2005.

11

Ácaros e Paleoparasitologia

Gino Chaves da Rocha • Nicolau Maués da Serra-Freire

A reconstituição da história evolutiva da Terra, dos seres extintos e viventes, envolve fundamentalmente três áreas de estudo: a geologia, a paleontologia e a biologia. Em fins do século XX, técnicas bioquímicas e moleculares passaram a ser utilizadas nos estudos de genética evolutiva, análises filogenéticas e de sistemática molecular (Navajas & Fenton, 2000). Dados gerados pelos estudos das camadas geológicas, dos registros fósseis, das características morfológicas e genéticas buscando relações entre os organismos permitem compor informações valiosas para a construção do conhecimento sobre a história e a diversidade da vida planetária, ou biologia planetária, como sugerem Benner e colaboradores (2002).

Desde os primórdios da vida no planeta, entre 4,4 e 3,8 bilhões de anos atrás (Chang, 1999), os vários níveis de competição pelos ecótopos (nichos espaciais) e a disputa pelo estabelecimento dos nichos tróficos (recursos alimentares) constituíram-se em uma trama complexa de relações bioquímicas entre os organismos (Forattini, 2004). A vida e a sobrevivência das espécies são produtos da constante adaptação aos desafios impostos pelas condições (favoráveis ou desfavoráveis) do ambiente.

Nessa longa história de irradiação e adaptação evolutiva, microrganismos, macrorganismos vegetais e animais desenvolveram mecanismos de apropriação e cessão de energia (Quadro 1) e 'adotaram' outro organismo em um nível de associação de dependência energética e bioquímica interespecífica. Surge, portanto, o conceito de parasitismo em que um organismo encontra seu nicho ecológico em outra forma de vida. Parasitismo é considerado um fenômeno ecológico (Zelmer, 1998; Rey, 2001; Ferreira, Reinhard & Araújo, 2008). Os argumentos e os fundamentos sobre as relações hospedeiro-parasito-ambiente são apresentados por Araújo e colaboradores (2003) e por Ferreira e Araújo (2005), que afirmam que o "parasitismo é inerente à vida".

O aproveitamento da energia disponível na troposfera passou a ser condição de sobrevivência das espécies de seres vivos, incluindo parasitos e decompositores, assumindo papel de relevância no contexto dos ecossistemas.

Quadro 1 – Ciclo de apropriação de energia entre os seres vivos na Terra: pirâmide energética na era atual

Caráter da fonte e uso da energia	**Energia liberada (Kcal/m³)**	**Usada para respirar (Kcal/m³)**	**Usada para crescer (Kcal/m³)**	**% usado para crescer/ liberada**	**Não aproveitada (Kcal/m³)**	**Repassada (Kcal/m³)**	**% repassado/ total liberado**
Produzida pelo sol	1.700.000	–	–	–	–	–	100
Não absorvida pela terra	1.290.000	–	–	–	880.000 (68,22%)	410.000	24,118
Fotossíntese	410.000	389.190	20.810	5,08	12.977 (62,36%)	8.833	0,520
Respiração vegetal	20.810	11.997	8.833	42,45	5.463 (61,85%)	3.370	0,198
Animais herbívoros	3.370	1.890	1.480	43,92	1.500 (79,37%)	390	0,023
Animais carnívoros	390	316	74	18,97	53 (71,62%)	21	0,001
Animais onívoros	21	13	8	38,10	7,999 (99,99%)	0,001	$5x10^{-10}$
Decompositores	20.001	18.183	1.818	9,09	80 (4,40%)	1.738	0,102

Este capítulo está fundamentado nas relações ecológicas que regem o 'fenômeno parasitismo' e as considera nas interpretações paleoparasitológicas dos achados paleontológicos e arqueológicos. Sobretudo, apresentamos aqui uma linha de pesquisa que estuda os ácaros e carrapatos do passado. De forma didática, porém não menos técnica e científica, descrevemos esses animais, suas semelhanças e diferenças biológicas e anatômicas com o grupo dos insetos.

Também, à luz da abordagem epidemiológica, debatemos sobre a importância desses invertebrados enfatizando a complexidade dos modelos ecológicos de transmissão de agentes infecciosos entre os Acari. Para que possamos rever e descrever os registros, na montagem do que poderia ter ocorrido no passado, uma classificação sistemática é feita para que tenhamos condições de interpretar a importância sobre os achados paleoacarológicos e o seu contexto ecológico.

ARTRÓPODES PARASITOS

De todos os parasitos, fósseis ou vivos, sem dúvida, são os do filo Arthropoda (maior filo do reino Animalia) que encerram as mais variadas formas, ocupam os mais diferentes ecótopos e possuem um amplo espectro de comportamento biológico-parasitário (Giribet & Ribera, 2000; Hickman, Roberts & Larson, 2004; Serra-Freire & Mello, 2006). Trata-se de um grupo muito heterogêneo, mas que apresenta como características morfológicas básicas o corpo segmentado (metâmeros), simetria bilateral, apêndices articulados (entre eles os locomotores) e um exoesqueleto quitinoso ou esclerotizado (quitina, polissacarídeo nitrogenado, rígido, resistente e insolúvel em água, e esclerotina, outro polissacarídeo nitrogenado, resistente, porém flexível, mas insolúvel em água). Considerando-se o tempo geológico, a evolução dos Arthropoda teve início na era Paleozoica, no período Cambriano, ou mesmo em era anterior (Pré-Cambriano) remontando há mais de 600 milhões de anos (Weygoldt, 1998).

Não aprofundando o debate sobre as origens filogenéticas dos artrópodes – em que muitos autores defendem a origem monofilética, ou seja, que todos seus representantes teriam uma mesma origem, um ancestral comum, na escala evolutiva (Weygoldt, 1998) –, dois grandes grupos (subfilos) são reconhecidos como emergidos do Arthropoda: o dos Mandibulata – que possuem mandíbulas como parte das peças bucais – e o dos Cheliceriformes/Chelicerata – que possuem seis pares de apêndices articulados, sendo um par de quelíceras, um par de pedipalpos e quatro pares de apêndices locomotores (Hickman, Roberts & Larson, 2004).

O subfilo Mandibulata, que alguns autores classificam como subfilo Uniramia, inclui os respectivos subgrupos: Crustacea (possuem um envoltório resistente, tipo 'concha', e dois pares de antenas), Myriapoda ('mil pernas, pés', apêndices locomotores) e Hexapoda (três pares de pernas). O subfilo Chelicerata tem como um dos seus maiores representantes a classe dos Arachnida (possuem a cabeça fusionada ao tórax – cefalotórax e abdome, não possuem antenas, nem mandíbulas), que inclui os ácaros e os carrapatos (Weygoldt, 1998; Wheeler & Hayashi, 1998; Giribet & Ribera, 2000; Hickman, Roberts & Larson, 2004). Entre os mandibulados e os quelicerados, dois grupos têm grande importância parasitológica, tanto na área médica quanto na da medicina veterinária: a classe Insecta (insetos) e a classe Arachnida (na qual estão incluídos os ácaros e carrapatos).

IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA NO PRESENTE E NO PASSADO

Muitas espécies desses artrópodes podem exercer a função de vetores – alados e não alados – em uma cadeia epidemiológica de transmissão, como transmissores mecânicos e biológicos de agentes infecciosos, como por exemplo os vírus, riquétsias, bactérias, protozoários, fungos e helmintos. Por meio da ação das suas picadas e dos repastos sanguíneos eles inoculam e participam na disseminação e dispersão de bioagentes patogênicos a organismos suscetíveis que podem induzir a ocorrência de doenças. Dependendo de vários outros fatores, relacionados ao intervalo de tempo entre a ocorrência dos casos e às características do espaço geográfico onde eles ocorrem, processos epidêmicos (por exemplo, tifo exantemático, febre maculosa brasileira, sarnas), endêmicos (por exemplo, doença de Lyme, babesiose) e pandêmicos (por exemplo, riquetsiose, ixodidose) podem ser caracterizados. Epidemiologicamente, também, podem desempenhar o papel de reservatórios e de hospedeiros intermediários desses mesmos agentes potencialmente patogênicos para o humano e para espécies de animais domésticos e silvestres (Rey, 2001; Forattini, 2004; Coura, 2005).

Insetos hematófagos, ácaros e carrapatos são ainda responsáveis pela ação espoliativa (ectoparasitos adultos, e suas formas larvares e ninfais), através de infestações que causam dermatoses, bernes e miíases. Pode-se, portanto, imaginar, considerando-se os graves impactos econômico-sociais que essas doenças causam nos dias atuais, principalmente nos países em desenvolvimento, como teria sido nas populações humanas e animais do passado.

Devemos lembrar que a dinâmica das doenças infecciosas envolve cadeias ecoepidemiológicas complexas que, além dos fatores socioeconômico-culturais determinantes de processos infecciosos, direta ou indiretamente, atingem e também são gerados pelos humanos (ações antropogênicas). Ainda mais quando tais processos envolvem humanos e animais (zoonoses) e artrópodes vetores, podemos imaginar quão mais intricadas as relações biológico-parasitárias se tornam (Coura, 2005).

PALEOCENÁRIO E PALEOPATOCENOSE

Vetores transmitem parasitos entre seus hospedeiros vertebrados durante a alimentação (repasto sanguíneo, hematofagia). As características biológicas (anatômica, fisiológica e comportamental) dos Acari são diferentes daquelas

dos Insecta. Atributos biológicos contrastantes, incluindo as respostas adaptativas aos fatores bióticos e abióticos do ambiente, determinam diferenças no desempenho epidemiológico, entre esses grupos, como vetores (Randolph, 1998). A autora defende, portanto, que os sistemas de transmissão de parasitos por vetores, utilizadas para os insetos, não devem ser aplicados aos ácaros (principalmente para os carrapatos).

Ainda que as estratégias parasitárias encontrem similaridades entre grupos filogenéticos distantes – estratégias consideradas nos estudos de sistemática e filogenética (Poulin, 1995) –, a distribuição espacial (dispersão e difusão), temporal (sazonalidade) e a densidade vetorial e de indivíduos suscetíveis, entre outros fatores, determinam a sobrevivência, a perpetuação de muitos vetores (durante a fase não parasitária) e, consequentemente, o sucesso em alcançar um novo hospedeiro. Os riscos de infecção aos hospedeiros animais e humanos estavam e estão diretamente relacionados a essas estratégias parasitárias e vetoriais. Cabe enfatizar que não devemos esquecer que o estabelecimento da relação parasito-hospedeiro depende de toda uma dinâmica ecológica complexa desses hospedeiros (Poulin, 1995; Randolph, 1998; Coura, 2005).

ACAROLOGIA

Por muito tempo os estudos sobre ácaros e carrapatos estiveram vinculados à entomologia (área da biologia/zoologia que estuda os insetos). Porém, ácaros e carrapatos não voam e, quando muito, larvas de carrapatos fazem aeronautismo (deslocamento via eólica, ou seja, utilizando a força do vento), constituindo-se em uma estratégia espacial para garantir a disseminação e a dispersão por longas distâncias. Naturalmente que o fato de serem não alados é apenas uma das grandes distinções em relação aos insetos.

Acarologia, então, é a área da zoologia que estuda os organismos invertebrados pertencentes à subclasse Acari. Esses são quelicerados que apresentam o corpo indiviso (idiossoma) – fusão do cefalotórax com o abdome – e as peças bucais formando outro conjunto, o gnatossoma ou capítulo articulado ao idiossoma. Sinais de segmentação primária estão presentes na fase embrionária durante a metamerização (Oliveira & Serra-Freire, 1994) e na fase pós-embrionária pode ser entendido pelos sulcos no exoesqueleto (Serra-Freire & Mello, 2006). Três grandes linhagens são reconhecidas: Opilioacariformes, Parasiformes, estas constituindo a coorte Parasitiformes Reuter, 1909 e Acaritiformes, formando a coorte do mesmo nome. A primeira linhagem é considerada a mais primitiva dos ácaros. De importância médica e veterinária, no presente, são os representantes das outras duas as mais estudadas.

As principais características clássicas utilizadas e aceitas pela maioria dos acarologistas, para fins de identificação taxonômica e que consideramos serem práticas e de cunho didático (Flechtmann, 1975; Hickman, Roberts & Larson, 2004; Wooley, 1988; Oliver, 1987 *apud* Serra-Freire & Mello, 2006; Dunlop & Alberti, 2007; Krantz & Walter, 2007).

- Coorte Parasitiformes: formas que apresentam estigmas respiratórios no tagma histerossoma, e órgãos sensoriais no propodossoma, em que estão incluídos os carrapatos e os ácaros. Outra característica que também serviu de base para serem classificados como superordem Anactinotrichida é a natureza da cutícula, oticamente não ativa, pois não se colora com iodo. Nessa coorte estão incluídas as seguintes ordens: Opilioacarida Hammen, 1968, os mais primitivos dos Acari que colonizam em espaços semiáridos; Holothyrida Thon, 1909, que são letais para aves e muito tóxicos para humanos tanto por contato como quando ingeridos; Ixodida Leach, 1815, que sobrevivem e se reproduzem com base no sangue que retiram dos hospedeiros, e Gamasida Hammen, 1968, que inclui espécies parasitos predadoras e degradadoras em vida livre.

- Coorte Acariformes: não apresentam estigmas respiratórios no histerossoma, e os órgãos sensoriais propodossomais não existem, ou quando presentes estão na forma de tricobotrias, ou estruturas mais especializadas, como rabdômeros. Eles constituem o grupo dos ácaros, propriamente ditos. Na outra proposta de classificação sistemática, o grupo é pertencente à superordem Actinotrichida, pois a cutícula é oticamente ativa – reagindo com iodo assumindo cor amarelada. Nessa coorte estão incluídas as seguintes ordens: Astigmata Canestrini, 1891, que reúne a maioria dos bioagentes de sarnas nos animais e no homem; Oribatida Hammen, 1968, integrada por uma variedade muito grande de ácaros degradadores que participam como hospedeiros intermediários de helmintos parasitos de vertebrados; Actinedida Hammen, 1968, com a maior diversidade biológica dentre os Acari, com espécies predadoras, parasitos de vertebrados e de invertebrados, de vida livre, que inclui muitos degradadores. Os degradadores são importantes na pirâmide energética por recolocarem energia que seria perdida para recircular entre os seres vivos (Quadro 1).

Na literatura acarológica, o mais detalhado livro-texto sobre a taxonomia de Acari é o *Manual de Acarologia* (Krantz, 1978), que fornece chaves de classificação até o táxon de família, incluindo informações sobre a biologia, comportamento, relações evolutivas e importância econômica. Essa obra está sendo substituída pela mais recente edição (no prelo), a qual apresenta os últimos conceitos sobre a classificação de ácaros (Krantz & Walter, 2009). De acordo com essa recente proposta sistemática, por exemplo, os Acariformes estarão divididos apenas pelas ordens Prostigmata (= Trombidiformes) e Sarcoptiformes.

Considerando a escala do tempo geológico (Figura 1), Acari é um antigo grupo pertencente ao Devoniano Superior (390 milhões de anos Antes do Presente – AP). Esses ácaros primitivos eram todos considerados formas terrestres e classificados como uma única espécie *Protacarus crani* por Hirst, em 1923 (Poinar & Poinar, 1998). Os estudos sobre a origem e formação dos atuais grupos de Acari revelam que, provavelmente, tiveram como ancestral os Euripterídeos no período Ordoviciano (Serra-Freire 2003), sendo que os carrapatos apareceram na escala evolutiva na era coincidente com a da evolução dos répteis primitivos. Ácaros e carrapatos formam o maior grupo diversificado conhecido dentre os Arachnida, constituindo um pouco mais de 48 mil espécies (Harvey, 2002 *apud* Dunlop & Alberti, 2007). Atualmente, é proposta uma lista de 889 nomes válidos para gêneros e espécies de carrapatos (Barker & Murrell, 2004), ainda que a sistemática acarológica não seja consensual e outras propostas de classificação taxonômica existam (Horak, Camicas & Keirans, 2002), principalmente quando consideram a sistemática molecular, a bioquímica e a numérica, muitas vezes desconectadas da taxonomia clássica morfológica, morfométrica com considerações biológicas.

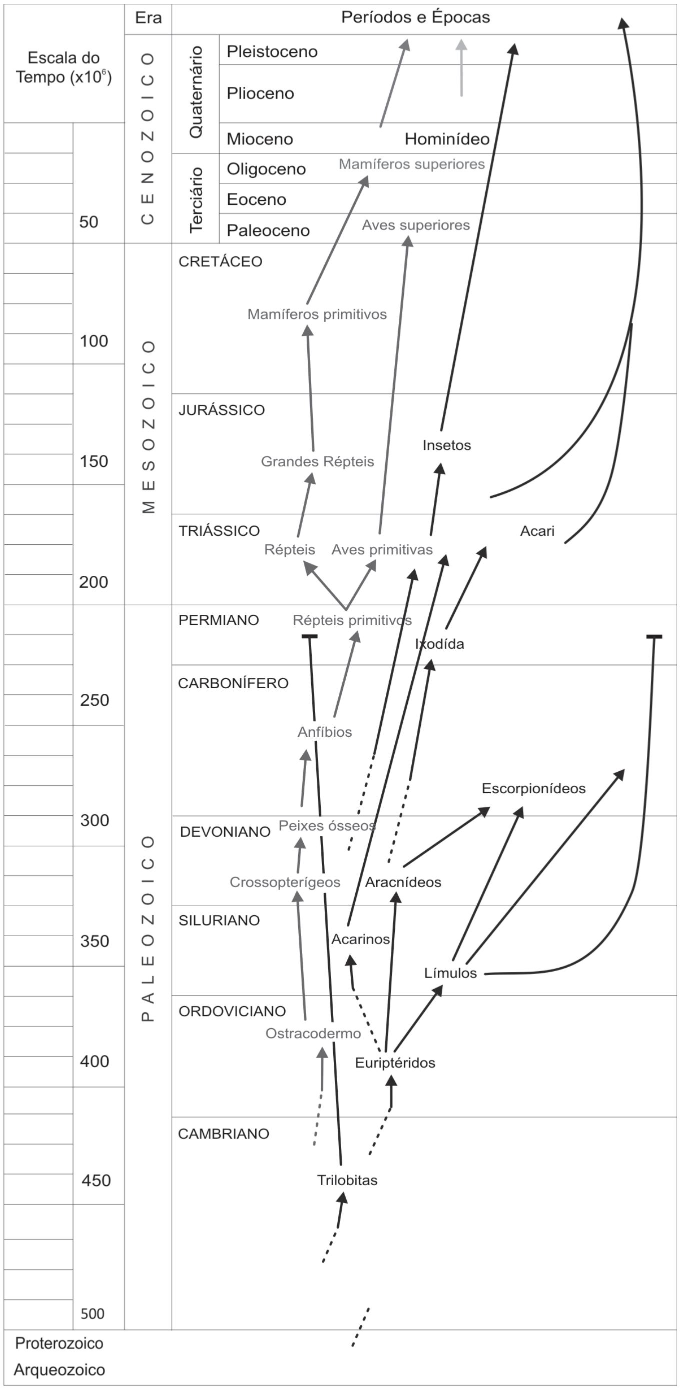
PALEOACAROLOGIA

Infecções e doenças parasitárias que acometiam as populações do passado podem ser diagnosticadas e estudadas a partir do encontro de parasitos, suas formas evolutivas e seus sinais, em restos ou vestígios humanos e animais encontrados em material arqueológico, paleontológico e também em documentos históricos (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988; Araújo & Ferreira, 1992). A paleoparasitologia, termo proposto por Ferreira, Araújo e Confalonieri (1979), surge como um ramo da paleopatologia (ciências biológicas e da saúde) e conceitua o estudo do encontro de parasitos e o seu significado em material do passado (Araújo & Ferreira, 1997).

Ao se investigar, especificamente, a presença de ácaros parasitos e carrapatos nesse tipo de material, estamos atuando no ramo da paleoacarologia. Ao relacionar os achados de Acari em material pré-histórico ou histórico com as suas características biológicas, parasitárias e com a ecologia das doenças causadas ou com bioagentes vetorados por eles, pode-se inferir sobre a importância que esses artrópodes possuíam no cenário epidemiológico do passado.

Importante também é a contribuição desses estudos para a reconstrução da paleofauna, dos possíveis modelos ecológicos e das dinâmicas das infecções existentes.

Figura 1 – Cronologia da vida animal com indicativo da evolução dos Arachnidas, Acari, Ixodida, Ixodidae, relacionada com a evolução dos vertebrados superiores



UM POUCO DE HISTÓRIA

No contexto histórico, carrapatos e ácaros são conhecidos, ou pelo menos suspeitados, desde a Antiguidade, e Aristóteles (355 a.C.) foi quem introduziu o termo *akari*. No século XVI, o termo latinizado *acari* passa a ser empregado, dando origem ao nome do gênero denominado por Linnaeus, em 1758, de *Acarus siro*, em seu *Sistema Naturae* (Dunlop & Alberti, 2007).

De acordo com o levantamento de Krantz (1978), a existência de parasitos vetorados por carrapatos é sugerida com base no registro de uma "febre por carrapato" em papiros egípcios (Papiros de Ebers), datados de 1550 a.C. (Krantz, 1978; Obenchain & Galum,1982). Muito provavelmente tratava-se de uma rickettsiose (infecção causada por microrganismos do gênero *Rickettsia*), apesar de o patógeno somente ter sido observado em esfregaços de tecidos de carrapatos muito tempo depois, quando o ixodídeo passa a ser identificado como vetor na cadeia epidemiológica de transmissão daquele agente infeccioso.

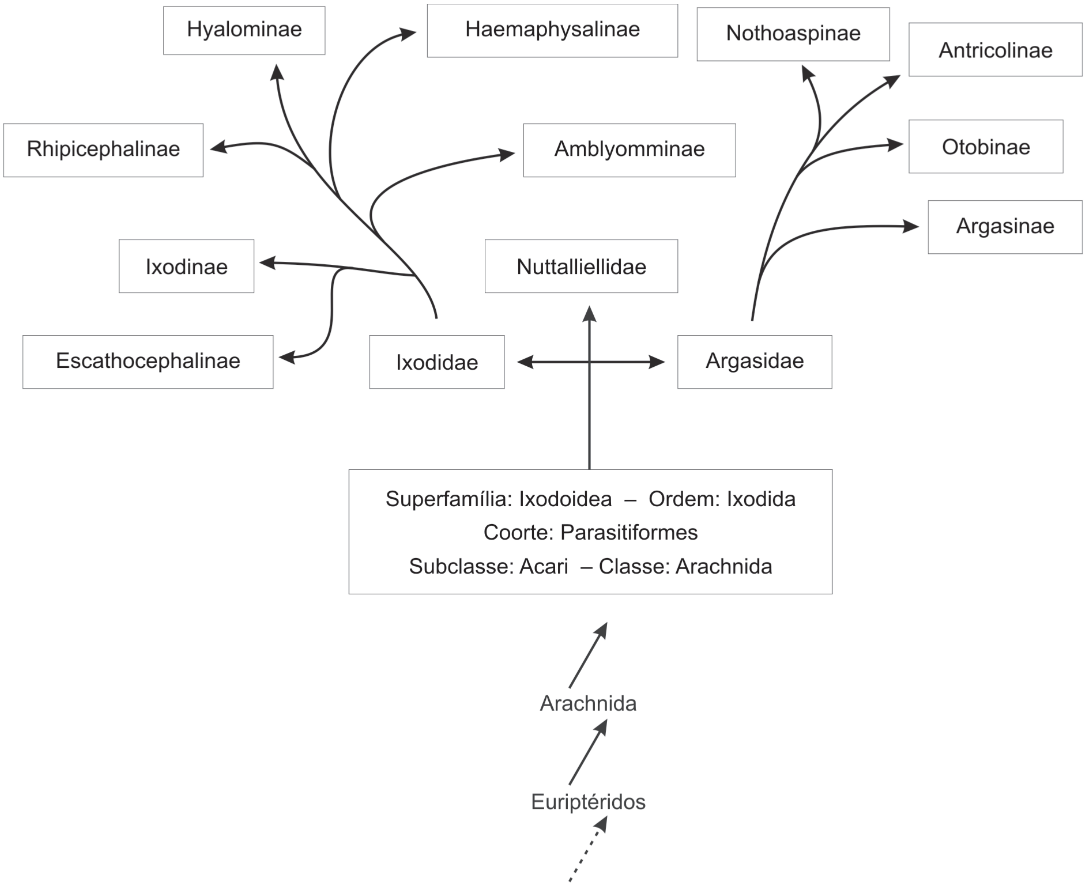
Uma das primeiras referências sobre carrapatos é atribuída a Homero, em 850 a.C., quando este cita a presença desses ectoparasitos no cão de Ulisses chamado Argus. Cerca de 500 anos mais tarde, Aristóteles escreveu sobre um ácaro de gafanhotos (provavelmente *Eutrombidium*), sobre larvas de ácaros trombiculídeos e sobre a presença de ácaros povoando favos velhos de abelhas em sua obra *De Animalibus Historia Libri*. Ele também conhecia carrapatos de cães, de cabras, carneiros e de outros animais domésticos. Afirmava ainda que os carrapatos eram originados de "grama de ponta".

Outras referências antigas para Acari apareceram nos escritos de Hipócrates, Plutão (Plutarch), Aristófanos e Plínio. Esse último, em 77 d.C., na obra *Historia Naturalis*, cita um animal que vive de sangue de bovinos e cães, mas nunca em mulas. Com a sua cabeça fixada na pele daqueles animais, ele incha e se rompe, repleto de tanto alimento. Tal registro indica a existência de carrapatos e caracteriza tanto a sua forma de alimentação quanto os seus possíveis hospedeiros. Ácaros e carrapatos frequentemente foram referidos como "piolhos", "beesties", ou "pequenos insetos" durante a Idade das Trevas e na Renascença. O uso dos termos *akari* e 'ácaro' originou-se por volta de 1650. Em 1735, Linnaeus utilizou o nome genérico 'Acarus' na primeira edição do *Sistema Naturae*, para o qual ele nomeou o tipo *A. siro*, em 1758 (Krantz, 1978).

Historicamente, está identificado que após a formação dos Ixodida na Terra o processo evolutivo manteve seu curso, e no período Triássico, época do Paleoceno, deve ter acontecido grande diferenciação, originando a diversidade hoje conhecida, que vai apresentada com ilustrações (Figura 2).

A conjectura apresentada na Figura 1 leva em consideração a ausência de evidência fóssil, até o momento, que permita uma avaliação filogenética de Arachnida, em geral, ou de Acari, em particular, mas que existem indicações de que os aracnídeos já estavam bem representados na Terra desde a era Paleozoica Média – período Devoniano ou Siluriano (Krantz, 1978). E o registro fóssil mais antigo de ácaro, *Protacarus crani* Hirst, data dessa época (440–360 milhões de anos). O registro ainda indica que o maior avanço adaptativo, ocorrido em Acari, foi durante o Mesozoico tardio (146 m.a.) (sinergismo evolucionário) e o Cenozoico recente (65 m.a.).

Figura 2 – Evolução dos Ixodida do período Paleoceno até os dias atuais, considerando a origem primária nos trilobitas



MATÉRIA FÓSSIL

Enquanto registros fósseis de insetos são encontrados em maior número, nos estudos paleozoológicos o encontro de ácaros e carrapatos fósseis não é tão expressivo assim. Fósseis são conceituados como restos materiais de organismos vivos antigos ou vestígios de suas atividades (icnofósseis, por exemplo, pistas, pegadas, coprólitos, tubos, perfurações). Para serem considerados fósseis, os vestígios orgânicos devem ter datação de mais de 13.000 anos, que corresponde à última glaciação.

A fossilização (modificações químicas e físicas que ocorrem ao longo de um período) é um evento raro e complexo (menos de 1% das situações) que permite a preservação de evidências (vestígios) da existência remota de organismos vivos. O processo consiste na substituição dos compostos orgânicos mortos por outros mais estáveis como calcite, sílica, pirite, carbono, entre outros. Geralmente, só as partes duras (troncos, conchas, carapaças, ossos e dentes) são passíveis de fossilização.

Vários são os modos da transformação fóssil: preservação inalterada (inclusão em âmbar), recristalização (crescimento de minerais ou mudança na estrutura cristalina), reposição ou substituição (silicificação), permineralização

(preenchimento de poros e cavidades por minerais), carbonização, incrustação (cobertura por película mineral), moldes ou impressões (contramoldes e réplicas) (De la Fuente, 2003; Oliveira & Serra-Freire, 2008). Mais especificamente, em relação à preservação inalterada, o âmbar é uma resina fossilífera produzida por árvores coníferas que existiam por volta do período Carbonífero (da era Paleozoica) – entre 280 e 345 milhões de anos AP – com a predominância crescente desses vegetais no período Permiano Superior – 250 a 280 milhões de anos AP. Essa resina fóssil sofreu poucas alterações químicas em relação à resina vegetal original, e as que estão nas Américas com artrópodes preservados têm idade que varia entre 15 e 150×10^6 anos. O processo aconteceu ao longo do tempo da seguinte maneira:

artrópode se prendeu à resina vegetal → houve enterramento da resina com o artrópode → aconteceu polimerização parcial da resina (copal) → terpenos evaporaram → formou-se âmbar

A principal espécie de árvore que liberava resinas era do grupo das leguminosas, principalmente a algarrobo (gênero *Hymenaea*) que preservou muitos espécimes em âmbar.

Outra possibilidade do encontro de ácaros e carrapatos em material antigo é no interior de cavidades naturais (fossas e divertículos nasais, condutos auditivos), ou mesmo na superfície (pele, pelo, cabelo) de corpos mumificados naturalmente. Eles também podem ser encontrados tanto no conteúdo estomacal de animais mumificados quanto em coprólitos. Diferentemente dos fósseis, espécimes podem ser recuperados, nessas condições, em material paleontológico ou arqueológico de datação mais recente do que os 13.000 anos que caracterizam os processos de fossilização.

REGISTROS PALEOACAROLÓGICOS

Sobre o encontro fóssil de Acari, apresentamos os registros na literatura científica resgatados com base na revisão feita por Guerra (2002). Até o presente, no Brasil, trata-se da primeira tese sobre o tema. A pesquisadora, em seu doutoramento, realizou uma análise ecológica de ácaros associados a coprólitos recuperados de um sítio arqueológico da região Nordeste do Brasil. Outras revisões, além de registros mais atuais, serão adicionadas, com o objetivo de conferir um panorama geral da paleoacarologia e do significado dos seus achados. Optamos por apresentá-los de acordo com a classificação sistemática para Acari, ou seja, primeiro serão apresentados os registros paleoacarológicos sobre os membros da coorte Parasitiformes, em seguida os da coorte Acariformes.

O maior avanço adaptativo ocorrido em Acari foi durante o Mesozoico tardio (146×10^6 anos) (sinergismo evolucionário) e o Cenozoico recente (65×10^6 anos) (Krantz, 1978). Entre os Parasitiformes, vários espécimes das ordens Holothyrida, Gamasida e Ixodida foram encontrados entre as eras Mesozoica e Cenozoica, a partir dos 245×10^6 anos, segundo um artigo de revisão de Krivolutsky e Druk (1986), quando aparecem os dinossauros, os mamíferos e os grupos modernos de répteis e anfíbios.

Da ordem Ixodida (a dos carrapatos) os seguintes achados foram registrados, nas revisões feitas por Lane e Poinar Jr. (1986), Guerra (2002) e De la Fuente (2003), que estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Registros de carrapatos fósseis de acordo com o taxa, hospedeiro, estádio, origem e referência bibliográfica

Gênero e/ou espécie	Hospedeiros atuais para o gênero[a]	Estádio (família)	Origem[b] (x10^6 anos)	Referências
Carios jerseyi	Aves, mamíferos	Larva (Argasidae)	Âmbar de New Jersey (Cretáceo, 90–94)	Klomplen & Grimaldi, 2001
Ixodes succineus	Aves, mamíferos	Fêmea (Ixodidae)	Âmbar báltico (Terciário, 35–50)	Weidner, 1964
Ixodes spp.	Aves, mamíferos	Larva (Ixodidae)	Âmbar báltico (Terciário, 35–50)	De la Fuente, 2003
Hyalomma spp.	Mamíferos, répteis, aves	Macho (Ixodidae)	Âmbar báltico (Terciário, 35–50 m.a.)	De la Fuente, 2003
Amblyomma (*A. testudinis*)	Répteis, aves, mamíferos	Macho (Ixodidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Lane & Poinar Jr., 1986
Amblyomma spp.	Anfíbios, répteis, aves, mamíferos	Larva (Ixodidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Poinar, 1992
Amblyomma spp.	Anfíbios, répteis, aves, mamíferos	Larva (Ixodidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Amberdepot Inc.
Não conhecido	Não conhecido	28 larvas do 1º instar (Ixodidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Amberdepot Inc.
Amblyomma spp.	Anfíbios, répteis, aves, mamíferos	Adulto (Ixodidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Amberdepot Inc.
Não conhecido	Não conhecido	Adulto (Argasidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Amberdepot Inc.
Ornithodorus antiquus	Anfíbios, répteis, aves	Fêmea (Argasidae)	Âmbar dominicano (Terciário, 15–40)	Poinar, 1995
Ixodes terciarius	Aves, mamíferos	Não informado (Ixodidae)	Não informado (Terciário, Oligoceno, 30)	De la Fuente, 2003
Dermacentor reticulatus	Mamíferos	Macho (Ixodidae)	Conduto auditivo de rinoceronte barrigudo (*Coelodonta antiquitatis*) (Terciário, Plioceno, 2–5)	De la Fuente, 2003
Amblyomma spp.	Anfíbios, répteis, aves, mamíferos	Larva (Ixodidae)	Coprólitos de felídeos (Holoceno, 11.000 anos)	Guerra *et al.*, 2001 Guerra, 2002
Ixodes spp.	Aves, mamíferos	Larva (Ixodidae)	Coprólitos de felídeos (Holoceno, 11.000 anos)	Guerra *et al.*, 2001 Guerra, 2002

[a] Rol de hospedeiros extraídos de Klompen *et al*. (1996).

[b] A idade dos depósitos de âmbar foi obtida de Poinar (1992), exceto para o depósito de âmbar de Nova Jersey (Klompen & Grimaldi, 2001).

Fonte: Adaptado de De la Fuente (2003).

Avaliando o impacto dos achados relacionados no Quadro 2, consideramos primeiramente o encontro de *Ornithodorus antiquus*, assinalado pelo autor que também encontrou incluídos no âmbar vestígios de fezes e de matéria vegetal fibrosa (Poinar, 1995). Poinar (1995) destacou que as características do material, além do conhecimento do ciclo biológico do carrapato, permitiam sugerir que o possível hospedeiro fosse roedor. Segundo o autor, haveria inclusive a possibilidade desses carrapatos serem vetores de espiroquetas, considerando os modelos epidemiológicos atuais em que muitas espécies do gênero *Ornithodorus* são vetores desses microrganismos.

O encontro de *Carios jerseyi* (Klomplen & Grimaldi, 2001), na fase de larva não menciona o estágio do argasídeo encontrado. De acordo com os conhecimentos atuais dos representantes da família Argasidae, o estádio de larva é o único que permanece fixado no hospedeiro por alguns dias, até ingurgitar. As larvas em jejum permanecem nos esconderijos próximo aos ninhos dos hospedeiros, na maioria das vezes mamíferos Chiroptera, o que possibilita o encontro de várias larvas juntas pela própria etologia do estádio; larvas ingurgitadas ou com alimentação interrompida por qualquer causa poderiam estar sós, e afastadas do ninho do hospedeiro, até mesmo muito afastadas após transporte pelo hospedeiro alado. É necessária a descrição mais detalhada do material preservado no âmbar junto com o carrapato para melhor compreensão daquele cenário, como fez Poinar (1995).

Quanto aos espécimes dos gêneros *Amblyomma* e *Ixodes* encontrados por Guerra e colaboradores (2001) e Guerra (2002), em coprólitos de felídeos, no mesmo sítio arqueológico (furna do Estrago), no município do Brejo da Madre de Deus, estado de Pernambuco, Brasil, a hipótese para a presença de carrapatos ixodídeos em coprólitos de felídeos, é a de que esta se deve à predação pelo felídeo de uma caça parasitada por carrapato. O período de ocupação desse sítio é datado a partir de 11.000 anos AP até cerca de 2.000 anos AP, em que os registros arqueológicos caracterizam a presença de grupos de caçadores-coletores na região. Para essa região, entre os felídeos silvestres estão descritas as presenças da onça-pintada (*Panthera onca*), onça sussuarana (*Puma concolor*), gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) e gato-do-mato (*Leopardus tigrinus*). Também estão descritos animais das famílias Myrmecophagidae (tamanduá), Cervidae (veado), Caviidae (capivara, mocó, porquinho-da-índia), Taiassuidae (porco-do-mato) e Echimyidae (ratos-de-espinho), todos considerados presas daqueles felídeos.

A maioria dos carrapatos fósseis tem sido registrada em âmbar do Báltico e da República Dominicana. São os depósitos dos quais um número grande de espécimes fossilizados têm sido estudados. Segundo De la Fuente (2003), muitas peças de âmbar que contêm espécimes de carrapatos são coletadas e comercializadas por negociadores de âmbar e, algumas vezes, sem a possibilidade da classificação correta das inclusões. Consequentemente, muitos carrapatos podem ainda não ter sido descobertos por estarem nas mãos de comerciantes e colecionadores privados sem o conhecimento da comunidade científica.

O registro de *Dermacentor reticulatus* no conduto auditivo de rinoceronte barrigudo (Schille, 1916), há $2–5.10^6$ anos é interessante quando confrontado com conhecimentos atuais sobre os Ixodidae. Em relação à posição taxonômica, ainda persistem discussões científicas sobre a validade do gênero. Uma corrente o inclui como subgênero do gênero *Dermacentor*. Do ponto de vista morfológico, o caráter taxonômico forte para separar os dois gêneros é o número de aerópilos na placa peritremática (Serra-Freire & Mello, 2006), que, como já demonstrado, varia entre 6 e 15 em *Anocentor nitens* (Gazeta & Serra-Freire, 1995, 1996; Gazeta *et al.*, 2001), com assimetria bilateral e com possibilidade de variação regional e formação de *cline*, enquanto em *Dermacentor spp*. sempre há mais de duas dezenas de aerópilos. Outra diferença é a preferência pelo local de parasitismo no hospedeiro, que para *A. nitens* é o conduto auditivo, tanto em equídeos como em felídeos (Flechtmann, 1975; Amaro *et al.*, 1999), enquanto o gênero *Dermacentor* tem preferência por espaços não cavitários na pele do hospedeiro. Tais diferenças, taxonômicas

e de etologia parasitária, podem gerar a seguinte questão: seriam os *A. nitens* descendentes de *D. reticulatus,* no aspecto comportamental? Uma possível tentativa de resposta seria o estudo da placa peritremática desse fóssil. No contexto do achado paleoacarológico, uma dúvida intrigante ainda restaria: por que só o macho do carrapato foi encontrado no local?

A presença de ixodídeos (carrapatos duros) em material antigo, nas condições em que são encontrados, pode indicar ou sugerir algumas inferências de cunho epidemiológico. Pelos conhecimentos reunidos do século XIX até os dias atuais, os carrapatos duros não possuem hábitos nidícolas, ou seja, não vivem em ninhos, tocas ou abrigos dos hospedeiros. Eles vivem em hábitats abertos, como savanas, vegetação de florestas, caatinga, no peridomicílio ou no intradomicílio. Exceção acontece no gênero *Ixodides*, em que algumas espécies têm comportamento nidícola, à semelhança dos carrapatos argasídeos (carrapatos moles), que são nidícolas, colonizam os ninhos dos hospedeiros. O encontro desses ectoparasitos indica a antiguidade do parasitismo por carrapatos e a potencialidade da transmissão de bioagentes patogênicos vetorados por eles para os animais e mesmo para os humanos. E, se eles ainda estão presentes na atualidade, podemos entender que as condições existentes desde períodos remotos foram favoráveis, e que sua capacidade adaptativa é muito boa. Por isso é importante saber os detalhes das alterações climatológicas ocorridas e, por conseguinte, das características da biomassa, inclusive vegetação, e seus hospedeiros presentes para a reconstrução do que aconteceu (paleocenário) ou ainda acontece para a perpetuação ou extinção das espécies.

Da coorte Acariformes, a maior parte dos fósseis encontrados está relacionada à ordem Oribatida. Membros dessa ordem, geralmente, não estão associados a outros organismos, como outros artrópodes, vertebrados e humanos. Os oribatídeos conhecidos são ácaros de vida livre e são os mais predominantes na fauna edáfica (do solo), estando presentes em ecossistemas de florestas, observados em liquens, húmus (facilitam o cultivo do solo), fungos, plantas e como fauna secundária de decompositores. Essa diversidade de hábitats e de nichos em diferentes ecossistemas os coloca como peça fundamental na reciclagem de energia para a biomassa, até mesmo em ambientes em que a luz solar contribui menos para a pirâmide energética (Quadro 1). A biodiversidade desse grupo é alta se comparada com a dos ácaros Gamasida, Actinedida e Astigmata. Quando se levam em consideração seus hábitos alimentares, observa-se que as espécies pertencentes à Oribatida são diferenciadas. Assim, são classificados entre os macrofitófagos, micorfitófagos, panfitófagos, coprófagos, zoófagos e necrófagos (Wallwork, 1983).

Da revisão feita por Krivolutsky e Druk (1986) foram encontrados registros de oribatídeos na era Mesozoica (períodos Jurássico e Cretáceo), entre 208 e 66 m.a., e na era Cenozoica, Período Terciário, nas épocas Paleoceno, Mioceno e Pleistoceno, entre 66 e $1x10^6$ anos. A revisão demonstra a grande diversidade e temporalidade desses ácaros. Algumas espécies se extinguiram, enquanto outras existem até a atualidade, indicando que esse grupo pode ser referência nos estudos evolutivos dos ácaros. Os registros feitos para o encontro de ácaros em material fóssil estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Registros de ácaros fósseis de acordo com o taxa, nicho, estádio, origem e referência bibliográfica

Ácaros	**Nicho atual**	**Estádio**	**Origem**	**Referências**
Família Anoetidae	Ácaros de vida livre	Hypopus	Coprólitos da pélvis de corpo mumificado. Nevada (USA)	Radovsky, 1970
Família Acaridae	Ácaros de vida livre; parasitos de mamíferos	Tritoninfa	Coprólitos da pélvis de corpo mumificado. Nevada (USA)	Radovsky, 1970
Família Lardoglyphidae	Ácaros de vida livre; produtos armazenados	Hypopus	Coprólitos da pélvis de corpo mumificado. Nevada (USA)	Radovsky, 1970
Família Cheyletidae	Parasitos de mamíferos carnívoros e herbívoros; predadores de artrópodes	Adultos	Cabelo e tecidos de corpo mumificado (Minas Gerais, Brasil)	Araújo *et al.*, 1986
Ordem Astigmata	Parasitos de vertebrados; ácaros de vida livre	Adultos e ovos	Tecidos dissecados de múmias peruanas e aleutas	Kliks, 1988
Família Lardoglyphidae	Ácaros de vida livre; produtos armazenados	Não mencionado	Conteúdo intestinal de múmias americanas e chilenas	Baker, 1990
Ordem Actinedida Família Tarsonemidae	Ácaros de vida livre; parasitos de vertebrados, de invertebrados e de humanos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Gamasida	Ácaros de vida livre; parasitos de vertebrados, de invertebrados e de humanos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Astigmata Família Atopomelidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Astigmata Família Acaridae	Ácaros de vida livre; parasitos de felídeos, de cavídeos e de humanos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Astigmata Família Glycyphagidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Astigmata Família Pyroglyphidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em cavídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Astigmata Família Anoetidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001

Quadro 3 – Registros de ácaros fósseis de acordo com o taxa, nicho, estádio, origem e referência bibliográfica (continuação)

Ácaros	Nicho atual	Estádio	Origem	Referências
Ordem Actinedida Família Tarsonemidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos e cervídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Oribatida Família Hypochthoniidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Oribatida Família Cosmochthoniidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em humanos e felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Oribatida Família Ctenacaridae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Oribatida Família Perlohmannidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001
Ordem Oribatida Família Eutegaeidae	Ácaros de vida livre; relacionado com agravos em felídeos	Não mencionado	Coprólitos da furna do Estrago (Pernambuco, Brasil)	Guerra *et al.*, 2001

Parte dos registros (até Guerra *et al.*, 2001) foi resgatada com base na revisão de Guerra (2002).

Segundo Radovsky (1970), provavelmente os ácaros presentes nos coprólitos foram transportados para as fezes por insetos coprofílicos. Ácaros anoetídeos e acarídeos (ordem Astigmata) possuem hábitos de vida livre e estão associados a produtos armazenados como cereais, farelos e farinha (Serra Freire & Mello, 2006), e também podem ter sido ingeridos com alimento e eliminados juntamente com os excrementos. Em relação aos lardoglifídeos, pelo que se conhece hoje de sua biologia, eles alcançaram o corpo durante o estágio avançado de dissecação, mas antes da sua mumificação. A presença desses ácaros sugere que a região pélvica não tenha permanecido intacta, mas pode ser também que eles tenham sido ingeridos ou entrado no corpo morto através do ânus. Vestígios de artrópodes saprofíticos (que se alimentam de matéria morta) são frequentemente encontrados em conteúdo intestinal de corpos humanos mumificados, mas não são devidamente registrados (Kliks, 1988). O autor ainda afirma que eles são antigos ou recentes invasores de tecidos orgânicos mortos. No caso do encontro de ácaros lardoglifídeos em conteúdo intestinal das múmias examinadas por Baker (1990), o pesquisador afirma que certamente eles foram ingeridos juntamente com alimento, pois na dissecação dos corpos foi encontrado um preparado proteico concentrado, chamado de permmican (mistura de carne seca, passas, sebo e açúcar). Além dos corpos não apresentarem indícios de orifícios causados por insetos, o alimento era compatível com as preferências alimentares desses ácaros.

As descrições dos espécimes de ácaros encontrados por Guerra (2002), constantes do Quadro 3 estão classificadas em nível de famílias. Caso o nosso leitor tenha interesse mais específico em conhecer as espécies descritas, sugerimos consultar diretamente o trabalho de tese da pesquisadora, pois em seus achados estão ácaros da família Tarsonemidae (ordem Actinedida). Representantes dessa família geralmente estão associados a outros artrópodes (besouros), onde as espécies possuem atividade forética, ou utilizam outros artrópodes para se transportarem, ou mesmo são parasitoides (parasitam outros parasitos). Considerando a biologia desses ácaros, podemos concluir que o encontro desses ácaros em coprólitos indica que eles invadiram esses excrementos após a defecação.

REFERÊNCIAS

AMARO, A. L. *et al.* Otite purulenta em *Felis catus* L., 1758 induzida por *Anocentor nitens* (Neumann, 1897). *Entomología y Vectores*, 6: 501-507, 1999.

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. (Orgs.). *Paleopatologia e Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Panorama Ensp, 1992.

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Homens e parasitos: a contribuição da paleoparasitologia para a questão da origem do homem na América. *Revista da Universidade de São Paulo*, 34: 58-70, 1997.

ARAÚJO, A. *et al*. Microscopia de varredura de larvas de ancilostomídeos encontradas em coprólitos humanos datados de 3490±120 a 430±70 anos. *In:* SIMPÓSIO DE TÉCNICAS ESPECIAIS EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA, Caxambu, 1986.

ARAÚJO, A. *et al*. Exame parasitológico: mumificações naturais na pré-história brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*, Antropologia, 1: 32-33, 1986.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

BAKER, A. S. Two new species of *Lardoglyphus Oudemans* (Acari: Lardoglyphidae) found in the gut contents of human mummies. *Journal of Stored Product Research,* 26: 139-147, 1990.

BARKER, S. C. & MURRELL, A. Phylogeny, evolution and historical zoogeography of ticks: a review of recent progress. *Experimental and Applied Acarology*, 28: 55-68, 2002.

BARKER, S. C. & MURRELL, A. Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. *Parasitology*, 129(supl.): 815-836, 2004.

BENNER, S. A. *et al*. Planetary biology: paleontological, geological, and molecular histories of life. *Science*, 296: 863-868, 2002.

CHANG, S. Planetary environments and the origin of life. *Biology Bulletin*, 196: 308-310, 1999.

COURA, J. R. *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

DE LA FUENTE, J. The fossil record and the origin of ticks (Acari: Parasitiformes: Ixodida). *Experimental and Applied Acarology*, 29: 331-344, 2003.

DUNLOP, J. A. & ALBERTI, G. The affinities of mites and ticks: a review. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 1: 439-469, 2007.

FERREIRA, L. F. & ARAÚJO, A. Parasitismo, doença parasitária e paleoparasitologia. *In:* Coura, J. R. *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Subsídios para a paleoparasitologia do Brasil: parasitos encontrados em coprólitos no município de Unaí, MG. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PARASITOLOGIA, 5, 1979.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988.

FERREIRA, L. F.; REINHARD, K. & ARAÚJO, A. *Paleoparasitologia*. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

FLETCHMANN, C. H. W. *Elementos de Acarologia*. São Paulo: Nobel, 1975.

FORATTINI, O. P. *Ecologia, Epidemiologia e Sociedade*. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

GAZETA, G. S. & SERRA-FREIRE, N. M. *Anocentor nitens* (Neumann, 1897) na região sudeste do Brasil: constatação da assimetria entre placas peritremáticas e reavaliação do caráter festões. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 17: 21-25, 1995.

GAZETA, G. S. & SERRA-FREIRE, N. M. Reavaliação dos caracteres da placa peritremática para diagnose de *Anocentor nitens* (Neumann, 1897), na região sudeste, Brasil. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 48: 133-140, 1996.

GAZETA, G. S. *et al.* Seasonal analysis of the number of aeropile in *Anocentor nitens* (Neumann, 1897)(Acari: Ixodidae) from the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96: 733-736, 2001.

GIRIBET, G. & RIBERA, C. A. Review of arthropod phylogeny: new data based on ribosomal DNA Sequences and direct character optimization. *Cladistics*, 16: 204–231, 2000.

GUERRA, R. M. S. N. C. *Análise Ecológica de Ácaros Associados a Coprólitos Provenientes do Sítio Arqueológico da Furna do Estrago, Município do Brejo da Madre de Deus, Estado de Pernambuco, Brasil*, 2002. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, 2002.

GUERRA, R. M. S. N. C. *et al*. Mites associated with coprolites from the archaeological site of furna do Estrago, Pernambuco state, Brazil. *Entomología y Vectores*, 8: 463-479, 2001.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L.S. & LARSON, A. *Princípios Integrados de Zoologia*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

HORAK, I. G.; CAMICAS, J. L. & KEIRANS, J. E. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): a world list of valid tick names. *Experimental and Applied Acarology*, 28: 27-54, 2002.

KLIKS, M. McK. Paleoparasitological analysis of fecal material of Amerindian (or New World) mummies: evaluation of saprophytic artropod remains. *Paleopathol News*, 164: 7-11, 1988.

KLOMPEN, H. & GRIMALDI, D. A. First Mesozoic record of a parasitiform mite: a larval argasid tick in Cretaceous amber (Acari: Ixodida: Argasidae). *Annals of the Entomological Society of America* 94: 10-15, 2001.

KRANTZ, G. W. *A Manual of Acarology*. 2. ed. Corvallis: Oregon State University Press, 1978.

KRANTZ, G. W. & WALTER, D. E. *A Manual of Acarology*. 3.ed. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009.

KRIVOLUTSKY, D. A. & DRUK, A. Y. Fossil oribatid mites. *Annals Review of Entomology*, 31: 533-545, 1986.

LANE, R. S. & POINAR Jr., G. First fossil tick (Acari: Ixodidae) in New World amber. *International Journal of Acarology*, 12: 75-78, 1986.

NAVAJAS, M. & FENTON, B. The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 751-774, 2000.

OBENCHAIN, F. D. & GALUM, R. *Physiology of Ticks*. Oxford: Pergamon Press, 1982.

OLIVEIRA, H. H. & SERRA-FREIRE, N.M. Embriogênese de *Amblyomma cajennense*. *Revista Entomología y Vectores*, 1: 139-141, 1994.

POINAR Jr., G. O. *Life in Amber*. Palo Alto: Stanford University Press, 1992.

POULIN, R. Evolution of parasite life history traits: myths and reality. *Parasitology Today*, 2: 342-345, 1995.

RADOVSKY, F. Mites associated with coprolites and mummified human remains in Nevada. *Archaeological Research Facility*, 10: 186-190, 1970.

RANDOLPH, S. E. Ticks are not Insects: Consequences of contrasting vector biology for transmission potential. *Parasitology Today*, 14: 186-192, 1998.

REY, L. *Parasitologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

SERRA-FREIRE, N. M. *Planejamento e Análise de Pesquisas Parasitológicas*. Niterói: Eduff, 2002.

SERRA-FREIRE, N. M. Considerações sobre o bem-estar animal. *In*: VALLE, S. & TELLES, J.L. *Bioética e Biorrisco – Abordagem transdisciplinar*. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

SERRA-FREIRE, N. M. & MELLO, R. P. *Entomologia e Acarologia na Medicina Veterinária*. Rio de Janeiro: L.F. Livros, 2006.

WALLWORK, J. A. Oribatids in forest ecosystems. *Annual Review of Entomology*, 28: 109-130 1983.

WEIDNER, H. Eine Zecke, *Ixodes succineus* sp. n., im Baltischen Bernstein. *Veroff Uberseemuseum, Bremen*, 3: 143-151, 1964.

WEYGOLDT, P. Evolution and systematics of the Chelicerata. *Experimental and Applied Acarology*, 22: 63-79, 1998.

WHEELER, W. C. & HAYASHI, C. Y. The phylogeny of the extant chelicerate orders. *Cladistics*, 14: 173-192, 1998.

WOOLEY, T. A. *Acarology: mites and human welfare*. New York: Wiley, 1988.

ZELMER, D. A. An evolutionary definition of parasitism. *International Journal for Parasitology*, 28: 532-533, 1998.

12

Bactérias e Paleoparasitologia

Joseli Maria da Rocha Nogueira • Ernesto Hofer

Dados colhidos na literatura pertinente aos estudos em material antigo indicam que o DNA de parasitos pode permanecer preservado com seu hospedeiro por milhares de anos. Além de tecidos macios congelados e mumificados, o osso, a polpa dental e os coprólitos são usados para a pesquisa de microrganismos. No ambiente, materiais de origem natural como resina e âmbar (Lambert *et al.*, 1998) também podem manter preservado material utilizável para estudo bacteriano.

As várias técnicas de estudo incluem a microscopia, as tentativas de cultivo, as imunológicas e as de biologia molecular. Este último recurso pode, adicionalmente, ajudar com emprego da tipagem molecular, na reconstrução epidemiológica de epidemias passadas e auxiliar no aperfeiçoamento do modelo de estudos epidemiológicos atuais de infecções emergentes, contribuindo para o desenvolvimento de medidas preventivas.

O vocábulo *Bacteria* (*Bacterium*) foi introduzido como palavra científica em 1838, pelo naturalista alemão Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876). Tem origem na palavra grega *Backterion* (βακτηριον, pequeno bastão), que é o diminutivo de *baktron*, bastão. A escolha do termo está associada às primeiras observações de bactérias ao microscópio, pois os cientistas acharam-nas semelhantes a pequenos bastões. Essa nomenclatura é utilizada até os dias atuais (Harper, 2001).

A paleoparasitologia bacteriológica teria então, como objetivo primário reconhecer os agentes bacterianos que provavelmente infectaram nossos ancestrais. Isso permite compreender melhor os variados hábitos e costumes envolvidos nos processos de saúde-doença ocorridos no passado, e, assim, detectar as raízes de diferentes infecções bacterianas, bem como as rotas de dispersão destes agentes entre povos e ambientes (Palhano-Silva & Nogueira, 2005).

A tentativa de diagnóstico de doenças em populações extintas ou antigas pode ser baseada em diversos parâmetros, como esculturas, desenhos e textos antigos, anormalidades em registros ósseos, tecidos e marcadores biológicos detectados em coprólitos ou outros vestígios orgânicos (Oriel, 1973; Soulie, 1982; Duarte, Ferreira & Araújo, 2002; Manchester & Roberts, 1989).

Os coprólitos (gr. *copros,* fezes; *litos,* pedra), que servem de vasta fonte para essas pesquisas, são fezes antigas conservadas naturalmente pela dessecação ou mineralização, que mantêm, muitas vezes, vestígios físicos ou mesmo moleculares de organismos que estiveram presentes nos intestinos dos humanos e/ou animais que os originaram (Araújo & Ferreira, 2000). Esse material, além de informações gerais sobre a saúde, também pode prover subsídios sobre a dieta e práticas de agricultura (Rollo *et al.*, 2002), possibilitando recuperar grande parte das informações sobre o paleoambiente e permitindo o estabelecimento até mesmo de parte da cadeia alimentar entre os organismos (Andrews & Fernandez-Jalvo, 1998).

Até há pouco tempo, o estudo paleoparasitológico bacteriano se limitava à pesquisa direta de anomalias ósseas e teciduais e associação destas anomalias a síndromes conhecidas como bartonelose (Allison *et al.*, 1974), sífilis (Rothschild & Rothschild, 1995), hanseníase (Boldsen, 2001; Andersen, 1969) e tuberculose (Morse, 1961; Allison, Mendoza, & Pezzia, 1973; Hartney, 1981). A maioria dos estudos paleoparasitológicos, com real detecção do agente, associava-se à pesquisa microscópica de helmintos, utilizando técnicas clássicas de exame parasitológico, como a hidratação em solução aquosa de fosfato trissódico (Callen & Cameron, 1960) seguida de sedimentação espontânea (Lutz, 1919), ou outra técnica de concentração para exame microscópico de ovos ou cistos de parasitos, ou técnicas histológicas, com a preparação de tecidos por inclusão de parafina e congelamento (Ruffer, 1921; Reyman & Dowd, 1980; Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988).

Apesar de extremamente eficazes para detecção parasitológica de ovos de helmintos e larvas, essas técnicas deixavam de lado importantes grupos de organismos como protozoários, bactérias e até mesmo vírus, que não são detectáveis por esses métodos. Com o incremento desses estudos pela biologia molecular e interações sorológicas, abriram-se novas possibilidades para pesquisa de organismos não perceptíveis anteriormente, o que permite afirmar que a interdisciplinaridade científica é a opção mais viável para estudos mais atuais que visam à detecção e à caracterização destes agentes (Araújo *et al.*, 1998; Pääbo, 1991; Nogueira, 2008).

Com a descoberta dessas novas técnicas, em diferentes partes do mundo, uma série de estudos multidisciplinares passou a enfatizar a busca por esses organismos em uma tentativa de, além de padronizar esses métodos, correlacionar os achados com informações epidemiológicas antigas.

TÉCNICAS ATUAIS E A HISTÓRIA RECENTE

A tentativa de utilizar técnicas sorológicas para detecção bacteriana em fezes antigas permitiu, com sucesso, a detecção indireta de antígenos de *Salmonella* no material (Sawicki, Allison & Dalton, 1976). Todavia, com os avanços na área, novas possibilidades têm surgido nesse cenário.

O teste de Elisa (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) (Voller, Bidwell & Bartlett, 1976) com anticorpos monoclonais tem sido empregado de forma promissora em estudos de antígenos em material antigo. No Brasil, Gonçalves (2002) utilizou essa técnica e concluiu que sua sensibilidade era maior do que a do exame microscópico para detecção de *Giardia duodenalis*. O mesmo pesquisador, junto com colaboradores (Gonçalves *et al.*, 2004), usou um *kit* comercial com anticorpos antiadesina de *Entamoeba histolytica* conjugados com a enzima peroxidase e evidenciou a presença destes protozoários em amostras ancestrais de até 5.300 anos, o que abre possibilidade para a detecção também de organismos bacterianos por esse método nesse tipo de material.

Consideramos como um marco na história da detecção das bactérias em material arqueológico a descoberta de ácido desoxirribonucleico (DNA) de *Mycobacterium tuberculosis* de um esqueleto encontrado em sítio arqueológico

(Spigelman & Lemma, 1993). Esse trabalho, inédito até então, estimulou outros grupos a realizar pesquisas moleculares (Salo *et al.*, 1994; Baron, Hummel & Herrmann, 1996; Donoghue *et al.*, 2004). Vários estudos já haviam sido feitos para detecção de doenças bacterianas em múmias, mas a maioria se restringia à procura de evidências morfológicas ósseas (Larsen, 2002), o que poderia causar confusão com outras patologias que causam agravos semelhantes. Adotando a mesma linha, Rafi e colaboradores (1994), seguidos por outros pesquisadores, também demonstraram a presença de *Mycobacterium leprae* em ossos.

Esses estudos tornaram possível para os pesquisadores, na atualidade, com a evolução das técnicas, utilizar materiais como fezes (Ubaldi *et al.*, 1998), tecidos mumificados (Lowenstein, 2004; Castillo-Rojas, Cerbon & Lopez-Vidal, 2008) e polpa dentária (Raoult *et al.*, 2000) na pesquisa da presença de diferentes bactérias.

No Brasil, Iñiguez (1998) demonstrou a possibilidade de recuperação de DNA bacteriano de fezes dessecadas artificialmente mediante a técnica de PCR, conseguindo reaver, após inoculação de *Vibrio cholerae* e *Bacillus sphaericus*, material genético identificável destes microrganismos.

Prat e Mendonça de Souza (2003) publicaram uma retrospectiva comentada sobre os achados de tuberculose nas populações das Américas pré-históricas.

Diversos trabalhos buscando bactérias nesses materiais já foram realizados fora do Brasil, principalmente baseados em biologia molecular (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo dos diversos achados em paleoparasitologia bacteriológica, com possibilidade de autenticidade metodológica

Fonte	Local do corpo	Forma de conservação	Datação	Método utilizado	Força/ qualidade da evidência
		Mycobacterium tuberculosis			
Bisonte (Rothschild *et al.*, 2001)	Metacarpo	Enterrado	17.000 anos AP	Biologia molecular	A/I
Humano (Salo *et al.*, 1994)	Pulmão, linfonodo	Mumificado	1.000 anos AP	Biologia molecular	B/III
Humano (Crubézy *et al.*, 1998)	Osso	Mumificado	5.400 anos AP	Biologia molecular	A/III
Humano (Taylor et al., 1999)	Metacarpo, vértebra lombar	Enterrado	Medieval	Biologia molecular e genotipagem por 'Spoligotyping'	B/III
Humano (Mays, Fysh & Taylor, 2002)	Costela	Enterrado	Medieval	Biologia molecular	B/III
Humano (Arriaza *et al.*, 1995)	Vértebra	Enterrado	1.000 anos AP	Biologia molecular	B/III
Humano (Haas *et al.*, 2000a)	Mandíbula	Enterrado	1400–1800 anos d.C.	Biologia molecular	B/III
Humano (Haas *et al.*, 2000b)	Vértebra, fêmur, tornozelo, costela, pleura	Enterrado	Século VII–VIII, século XVII	Biologia molecular	B/III
Humano (Donoghue *et al.*, 1998)	Pulmão, pleura	Enterrado	600 anos d.C.	Cromatografia, Biologia molecular	B/III

Quadro 1 – Resumo dos diversos achados em paleoparasitologia bacteriológica, com possibilidade de autenticidade metodológica (continuação)

Fonte	Local do corpo	Forma de conservação	Datação	Método utilizado	Força/ qualidade da evidência
Mycobacterium tuberculosis					
Humano (Gernaey *et al.*, 2001)	Osso	Enterrado	1.000 anos AP	Cromatografia, biologia molecular	B/III
Humano (Mays & Taylor, 2003)	Vértebra, costela	Enterrado	400–230 anos a.C.	Biologia molecular	B/II
Humano (Zink *et al.*, 2003)	Osso, tecidos moles	Mumificado	2050–500 anos a.C.	Biologia molecular, genotipagem por 'Spoligotyping	A/I
Humano (Spigelman & Lemma, 1993)	Osso	Enterrado	n/i	Biologia molecular	C/III
Humano (Fletcher *et al.*, 2003)	Pulmões, pleura abdômen, dente, costelas, cabelo	Mumificado	Século XVIII–XIX	Biologia molecular	A/I
Humano (Taylor *et al.*, 1996)	Pulso, vértebra lombar	Enterrado	Século XIV–XVI	Biologia molecular	C/III
Mycobacterium leprae					
Humano (Montiel *et al.*, 2003)	Ossos do pé	Enterrado	Século XII	Biologia molecular	B/II
Humano (Spigelman & Donoghue, 2001)	Metacarpos	Enterrado	300–600 d.C.	Biologia molecular	B/II
Humano (Donoghue Holton & Spigelman, 2001)	Tecido ósseo nasal	Enterrado	1.100 anos AP	Biologia molecular	B/II
Humano (Donoghue, Holton & Spigelman, 2001)	Crânios	Enterrado	1400–1800 anos d.C.	Biologia molecular	B/II
Humano (Haas *et al.*, 2000a)	Palato duro e crânios	Enterrado	1400–1800 d.C., século X	Biologia molecular	B/II
Bactérias entéricas					
Mastodonte (Rhodes *et al.*, 1998)	Intestino	Congelado	12.000 anos AP	Cultura	C/II
Humano (Zink *et al.*, 2000)	Metatarso	Mumificado	1400 anos a.C.	Biologia molecular	B/II
Humano (Fricker, Spigelman & Fricker, 1997)	Conteúdo estomacal	(Pântano)	300 anos a.C.	Biologia molecular	C/III

Quadro 1 – Resumo dos diversos achados em paleoparasitologia bacteriológica, com possibilidade de autenticidade metodológica (continuação)

Fonte	Local do corpo	Forma de conservação	Datação	Método utilizado	Força/ qualidade da evidência
Treponema pallidum					
Humano (Kolman *et al.*, 1999)	Osso	Enterrado	240 anos AP	Imunodetecção, Biologia molecular	B/II
Borrelia burgdorferi					
Carrapatos (Matuschka *et al.*, 1996)		Seco	1884 anos d.C.	Biologia molecular	A/III
Roedores (Marshall *et al.*, 1994)		Seco	Século XIX	Biologia molecular	B/II
Outras espiroquetas					
Cupim (Wier *et al.*, 2002)	Tecido intestinal	Âmbar	Mioceno	Microscopia	A/II
Bartonella quintana					
Humano (Drancourt *et al.*, 2005)	Polpa dentária	Enterrado	4.000 anos AP	Biologia molecular	A/II
Bartonella henselae					
Gato (La *et al.*, 2004)	Polpa dentária	Enterrado	Séculos XIII–XVIII	Biologia molecular	A/II
Yersinia pestis					
Humano (Drancourt *et al.*, 2004)	Polpa dentária	Enterrado	Séculos V–XIV	Biologia molecular	A/II
Humano (Drancourt *et al.*, 1998)	Polpa dentária	Enterrado	1590–1722 anos d.C.	Biologia molecular	B/III
Humano (Raoult *et al.*, 2000)	Polpa dentária	Enterrado	1348 anos d.C.	Biologia molecular	A/II

a.C. – antes de Cristo; d.C. – depois de Cristo; AP – Antes do Presente; n/i – não informado

A – Alto parâmetro de autenticidade; B – Parâmetro moderado de autenticidade; C – Baixa evidência de autenticidade

I – Equipes independentes e protocolos concordantes; II – Única equipe e protocolos concordantes; III – Única equipe sem concordância de protocolos.

Fonte: Drancourt & Raoult (2005).

Todavia, nem sempre os resultados expressam realmente a detecção do agente bacteriano antigo. Os estudos de Drancourt e Raoult (2005) apontam para a importância de um trabalho extremamente cuidadoso, pois qualquer contaminação com material contemporâneo torna a pesquisa questionável.

Salienta-se o rigor dos autores quanto ao nível de autenticidade e qualidade dos resultados obtidos, considerando a letra A como parâmetro positivo de força da evidência, onde há detecção de uma ou mais sequências identificadas originais, duas sequências identificadas e não relacionadas ou pelo menos uma sequência original detectada e outra molécula não relacionada. A letra B, considerada um parâmetro moderado de autenticidade, onde há a identificação de

uma sequência ou uma molécula biológica específica, e a letra C para baixa evidência de autenticidade nos trabalhos onde há detecção de uma sequência ou molécula biológica de baixa especificidade. Quanto à qualidade da evidência, os mesmos autores propuseram o índice I para trabalhos em que duas equipes independentes trabalharam com protocolos concordantes, II para uma única equipe que utilizou protocolos concordantes e III para uma equipe que não utilizou concordância de protocolos.

Salienta-se também que na pesquisa de agentes bacterianos em material arqueológico já manipulado, como coprólitos, as amostras deverão inicialmente ser tratadas com irradiação ultravioleta para se evitar contaminação contemporânea (Santos, 1996; Nogueira *et al.*, 2006a).

Seguindo uma nova linha bastante simples quanto a possíveis isolamentos de bactérias em material antigo, diversos trabalhos conduzidos no exterior sugerem o isolamento de bactérias viáveis em material orgânico preservado no gelo, nos cristais de sal ou em âmbar, tendo-se em conta a resistência de esporos ao longo do tempo, ao calor e à escassez de umidade (Seaward, Cross & Unsworth, 1976; Vreeland, Rosenzweig & Powers, 2000; Nicholson, 2003; Christner *et al.*, 2003; Gatson *et al.*, 2006; Cano & Borucki, 1995).

No Brasil, Nogueira (2008), mediante e limpeza externa, irradiação, perfuração, isolamento direto e cultivo, foi capaz de recuperar bactérias viáveis de esporos bacterianos do interior de coprólitos sul-americanos antigos provenientes da coleção paleoparasitológica da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (Ensp/Fiocruz). Após isolamento das colônias bacterianas em meio sólido, estudou bioquimicamente a identidade de cada um desses microrganismos (Nogueira, 2007). Feitos testes moleculares incluindo PCR, clonagem e sequenciamento, indicou variadas espécies presentes neste material. A mesma pesquisadora sugeriu a presença de espécimes diferentes das circulantes pela impossibilidade de tipificá-las com os métodos disponíveis atualmente (Nogueira, 2008).

Considerando-se a possibilidade desses achados e as novas técnicas recentemente introduzidas, como as da biologia molecular, a pesquisa de bactérias em material arqueológico tem enorme potencialidade para trazer novos dados no segmento da bacteriologia epidemiológica, aliando a detecção à busca de evidências de infecção e prováveis manifestações patológicas desses agentes em restos humanos ou de animais (Nogueira *et al.*, 2006b).

No Brasil, o grupo de pesquisa em paleoparasitologia e paleoepidemiologia da Ensp/Fiocruz congrega hoje diversos pesquisadores e alunos interessados nos conhecimentos gerados por dados obtidos de material antigo. Os estudos bacterianos da paleoparasitologia se inserem nesse contexto de forma conjugada, complementando, na medida em que se desenvolvem, os achados das linhas afins.

Atualmente, coprólitos provenientes da coleção do Laboratório de Paleoparasitologia da Ensp estão sendo analisados em pesquisa com anticorpos monoclonais, exame molecular e cultura direta, visando não só a detectar bactérias e a padronizar as técnicas para futuras pesquisas, mas também a mapear a frequência destes agentes no material, a correlação com os sítios arqueológicos de onde foram retirados, a presença de coinfecção com outros agentes, hábitos alimentares e possíveis rotas de dispersão dos agentes com base nos dados geográficos e nas datações das amostras (Nogueira *et al.*, 2005a).

A análise genômica desses microrganismos possibilitará estudos para melhor compreensão do processo de determinação de infecções e doenças em virtude da complexidade das relações parasito-hospedeiro-ambiente, assim como da coevolução das espécies envolvidas.

PERSPECTIVAS INTERESSANTES

A possibilidade de recuperação de esporos bacterianos presentes em coprólitos sugere ainda novas perspectivas, pois se trata de uma estrutura que, apesar de metabolicamente inativa, mantém em seu interior toda a informação genética do microrganismo. A forma latente, quando cultivada por meio de técnicas microbiológicas, evolui para uma forma vegetativa. Os esporos são constituídos de ácido dipicolínico associado ao cálcio, e se comparados com as células vegetativas são extremamente resistentes aos agentes físicos e químicos, sendo refringentes e altamente resistentes a alterações térmicas, à oxidação e à dessecação, demonstrando uma estratégia de sobrevivência (Setlow, 1999; Nicholson *et al.*, 2000; Nicholson, 2003).

Entre os organismos bacterianos de importância clínica capazes de produzir essas estruturas encontram-se os gêneros *Bacillus* e *Clostridium*. Todavia, vários outros gêneros bacterianos relacionados, como, por exemplo, *Paenibacillus, Amphibacillus, Desulfotomaculum, Sporosarcina, Sporolactobacillus, Sporohalobacter, Oscillospira* e *Thermoactinomyces*, também apresentam essa capacidade (Bergey & Holt, 1994), sendo então passíveis de isolamento, mesmo após terem se mantido em ambiente inadequado para a manutenção de organismos bacterianos (Nogueira, 2008)

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS RELACIONADAS À PESQUISA EM PALEOEPIDEMIOLOGIA

Outro fator que vem crescendo em importância nesta nova empreitada científica está associado às reflexões de caráter ético, pertinentes à utilização desse material ancestral. Ao se apreciar os conceitos atuais de ética e trabalhos de pesquisa em áreas biomédicas, percebe-se que essas questões têm recebido cada vez mais atenção, principalmente quando envolvem seres humanos e seus restos mortais, refletindo a preocupação e o interesse dos profissionais de pesquisa em relação ao tema (Coimbra & Santos, 1996; Schramm, 1995).

Holloway (1995) discute a atuação dos pesquisadores, curadores e dos descendentes vivos, que muitas vezes exigem a devolução do material utilizado para estudo ou exposição em museus. A autora questiona o que tem sido feito para proteger o que é desenterrado, mostrando que muitas vezes a informação que permaneceu enterrada por milhares de anos, uma vez exposta, se perde rapidamente, e que o compromisso científico primordial deveria ser com a sua preservação.

Uma ética voltada para a conservação da herança cultural dos nossos predecessores entende que, tanto quanto possível, esses bens devem ser preservados não só para as próximas gerações mas também para futuras investigações e interpretações. Ênfase especial deve ser dada à documentação produzida, na medida em que é ela que dá sentido à coleção e permite a produção do conhecimento científico, devendo ficar disponível e em condições seguras a longo prazo (Lima, 1997).

Essas são questões fundamentais que não devem ser negligenciadas, pois expõem a fundo o papel da ciência na vida moderna, assim como as novas formas de produção do conhecimento científico (Nogueira *et al.*, 2005b).

CONCLUSÕES

Com base nessas evidências e discussões, admite-se que a preservação do material ancestral e sua utilização como fonte de estudo podem se tornar aliadas na ideia de reconstrução da história de nossos antepassados.

A compreensão de parte da instalação de diferentes causas do processo saúde-doença poderá ser desvendada com base nos diversos dados coletados nesses estudos, incluindo-se desde os variados registros históricos até as novas

técnicas moleculares. Todavia, só será possível manter esse tipo de pesquisa se o profissional que utiliza o material antigo como manancial de conhecimento procurar não destruí-lo, preservando-o o máximo possível, beneficiando, assim, todas as disciplinas afins, de forma consciente e quase inesgotável.

REFERÊNCIAS

ALLISON, M. J.; MENDOZA, D. & PEZZIA, A. Documentation of a case of tuberculosis in pre-Columbian America. *American Review of Respiratory Diseases*, 107: 985-991, 1973.

ALLISON, M. J. *et al.* A Case of Carrion's disease associated with human sacrifice from the Huari culture of Southern Peru. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 295-300, 1974.

ANDERSEN, J. G. Studies on the Medieval diagnosis of leprosy in Denmark: an osteoarchaeological, historical and clinical study. *Danish Medical Bulletin*, 16: 1-142, 1969.

ANDREWS, P. & FERNANDEZ-JALVO, Y. Palaeobiology: 101 uses for fossilized faeces. *Nature*, 393: 629-630, 1998.

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Paleoparasitology and the antiquity of human host-parasite relationships. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: 89-93, 2000.

ARAÚJO, A. *et al.* Paleoparasitology: perspectives with new techniques. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 40: 371-376, 1998.

ARRIAZA, B. T. *et al.* Pre-Columbian tuberculosis in Northern Chile: molecular and skeletal evidence. *American Journal of Physical Anthropology*, 98: 37-45, 1995.

BARON, H.; HUMMEL, S. & HERRMANN, B. *Mycobacterium tuberculosis* complex DNA in ancient human bones. *Journal of Archaeological Science*, 23: 667-671, 1996.

BERGEY, D. H. & HOLT, J. G. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1994.

BOLDSEN, J. L. Epidemiological approach to the paleopathological diagnosis of leprosy. *American Journal of Physical Anthropology*, 115: 380-387, 2001.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A prehistoric diet as revealed in coprolites. *New Scientist*, 8: 35-40, 1960.

CANO, R. J. & BORUCKI, M. K. Revival and identification of bacterial spores in 25-to 40-million-year-old Dominican amber. *Science*, 268: 1.060-1.064, 1995.

CASTILLO-ROJAS, G.; CERBON, M. A. & LOPEZ-VIDAL, Y. Presence of *Helicobacter pylori* in a Mexican pre-Columbian mummy. *BMC Microbiology*, 8: 119, 2008.

CHRISTNER, B. C. *et al*. Bacterial recovery from ancient glacial ice. *Environmental Microbiology*, 5: 433-436, 2003.

COIMBRA JR, C. E. & SANTOS, R.V. Ética e pesquisa biomédica em sociedades indígenas no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 12: 417-422, 1996.

CRUBÉZY, E. *et al.* Identification of *Mycobacterium* DNA in an Egyptian Pott's disease of 5,400 years old. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Série III, 321: 941-951, 1998.

DONOGHUE, H. D.; HOLTON, J. & SPIGELMAN, M. PCR primers that can detect low levels of *Mycobacterium leprae* DNA. *Journal of Medical Microbiology*, 50: 177-182, 2001.

DONOGHUE, H. D. *et al.* Tuberculosis: from prehistory to Robert Koch, as revealed by ancient DNA. *The Lancet*, 4: 584-592, 2004.

DONOGHUE, H. D. *et al. Mycobacterium tuberculosis* complex DNA in calcified pleura from remains 1,400 years old. *Letters in Applied Microbiology*, 27: 265-269, 1998.

DRANCOURT, M. *et al.* Detection of 400-year-old *Yersinia pestis* DNA in human dental pulp: an approach to the diagnosis of ancient septicemia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95: 12.637-12.640, 1998.

DRANCOURT, M. & RAOULT, D. Palaeomicrobiology: current issues and perspectives. *Nature Reviews - Microbiology*, 3: 23-35, 2005.

DRANCOURT, M. *et al.* Genotyping, Orientalis-like *Yersinia pestis*, and plague pandemic. *Emerging Infectious Diseases*, 10: 1.585-1.592, 2004.

DRANCOURT, M. *et al. Bartonella quintana* in a 4,000-year old human tooth. *The Journal of Infectious Diseases*, 191: 607-611, 2005.

DUARTE, N. A.; FERREIRA, L. F. & ARAÚJO, A. Paleoepidemiologia e paleoparasitologia. *In*: MEDRONHO, R. A. (Ed.). *Epidemiologia*. São Paulo: Atheneu, 2002.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988.

FLETCHER, H. A. *et al.* Widespread occurrence of *Mycobacterium tuberculosis* DNA from 18th-19th century Hungarians. *American Journal of Physical Anthropology*, 120: 144-152, 2003.

FRICKER, E. J.; SPIGELMAN, M.; FRICKER, C. R. The detection of *Escherichia coli* DNA in the ancient remains of Lindow Man using the polymerase chain reaction. *Letters in Applied Microbiology*, 24: 351-354, 1997.

GATSON, J. W. *et al. Bacillus tequilensis* sp. nov., isolated from a 2000-year-old Mexican shaft tomb, is closely related to *Bacillus subtilis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56: 1.475-1.484, 2006.

GERNAEY, A. M. *et al.* Mycolic acids and ancient DNA confirm an osteological diagnosis of tuberculosis. *Tuberculosis* (Edinburgh), 81: 259-265, 2001.

GONÇALVES, M. L. C. *Helmintos, Protozoários e Algumas Ideias: novas perspectivas na paleoparasitologia*, 2002. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

GONÇALVES, M. L. C. *et al.* Amoebiasis distribution in the past: first steps using an immunoassay technique. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 88-91, 2004.

HAAS, C. J. *et al.* Detection of leprosy in ancient human skeletal remains by molecular identification of *Mycobacterium leprae*. *American Journal of Clinical Pathology*, 114: 428-436, 2000a.

HAAS, C. J. *et al.* Molecular evidence for different stages of tuberculosis in ancient bone samples from Hungary. *American Journal of Physical Anthropology*, 113: 293-304, 2000b.

HARPER, D. *Online Etymology Dictionary*, 2001. Disponível em: <www.etymonline.com>. Acesso em: 27 out. 2005.

HARTNEY, P.C. Tuberculosis lesions in a prehistoric population sample from southern Ontario. *In*: BUIKSTRA, J. E. *Prehistoric Tuberculosis in the Americas*, Northwestern University Archaelogical Program, Evanston, 1981.

HOLLOWAY, M. The preservation of the past. *Scientific American*, 272: 78-81, 1995.

IÑIGUEZ, A. M. *Análise do DNA Ancestral para o Estudo de Infecções Parasitárias em Populações Pré-históricas*, 1998. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

KOLMAN, C. J. *et al.* Identification of *Treponema pallidum* subspecies *pallidum* in a 200-year-old skeletal specimen. *The Journal of Infectious Diseases*, 180: 2.060-2.063, 1999.

LA, V. D. *et al.* Molecular detection of *Bartonella henselae* DNA in the dental pulp of 800-year-old French cats. *Clinical Infectious Diseases*, 39(9):1.391-1.394, 2004.

LAMBERT, L. H. *et al. Staphylococcus succinus* sp. nov., isolated from Dominican amber. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 48: 511-518, 1998.

LARSEN, C. S. Bioarchaeology: the lives and lifestyles of past people. *Journal of Archaeological Research*, 10: 119-166, 2002.

LIMA, T. A. A ética que temos e a ética que queremos (ou como falar de princípios neste conturbado fim de milênio). CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARQUEOLOGIA, 9, 1997. Rio de Janeiro.

LOWENSTEIN, J.E. Paleodermatoses: lessons learned from mummies. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 50: 919-936, 2004.

LUTZ, A. O *Schistosomum mansoni* e a schistosomatose segundo observações, feitas no Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 11: 121-155, 1919.

MANCHESTER, K. & ROBERTS, C. The palaeopathology of leprosy in Britain: a review. *World Archaeology*, 21: 265-272, 1989.

MARSHALL III, W. F. *et al.* Detection of *Borrelia burgdorferi* DNA in museum specimens of *Peromyscus leucopus*. *The Journal of Infectious Diseases*, 170: 1.027-1.032, 1994.

MATUSCHKA, F. R. *et al.* Characteristics of Lyme disease spirochetes in archived European ticks. *The Journal of Infectious Diseases*, 174: 424-426, 1996.

MAYS, S. & TAYLOR, M. A first prehistoric case of tuberculosis from Britain. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13: 189-196, 2003.

MAYS, S.; FYSH, E. & TAYLOR, G.M. Investigation of the link between visceral surface rib lesions and tuberculosis in a medieval skeletal series from England using ancient DNA. *American Journal of Physical Anthropology*, 119: 27-36, 2002.

MONTIEL, R. *et al.* DNA sequences of *Mycobacterium leprae* recovered from ancient bones. *FEMS Microbiology Letters*, 226: 413-414, 2003.

MORSE, D. Prehistoric tuberculosis in America. *The American Review of Respiratory Disease*, 83: 489-504, 1961.

NICHOLSON, W. L. Using thermal inactivation kinetics to calculate the probability of extreme spore longevity: implications for paleomicrobiology and lithopanspermia. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, 33: 621-631, 2003.

NICHOLSON, W. L. *et al.* Resistance of *Bacillus* endospores to extreme terrestrial and extraterrestrial environments. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64: 548-572, 2000.

NOGUEIRA, J. M. R. *et al.* Paleobacteriologia: novas possibilidades em estudos paleoparasitológicos. *In*: JORNADA CIENTÍFICA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 9, 2005, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2005a.

NOGUEIRA, J. M. R. *et al.* The importance of ethical aspects in paleoparasitologica research. *In*: PALEOPATHOLOGY ASSOCIATION MEETING IN SOUTH AMERICA – PAMINSA – HUMAN MIGRATIONS AND DISEASES, 1, 27-29 jul.2005, Rio de Janeiro: *Anais...* Rio de Janeiro: Ensp/Fiocruz, 2005b.

NOGUEIRA, J. M. R. *et al.* Paleogenômica exploratória: sequenciamento aleatório de fragmentos de DNA de coprólitos oriundos do nordeste brasileiro. V Bienal de Pesquisa da Fiocruz, 2006a.

NOGUEIRA, J. M. R. *et al.* Paleoparasitologia: revisão bibliográfica e novas perspectivas em estudos microbiológicos. *Revista de Patologia Tropical*, 35: 87-102, 2006b.

NOGUEIRA, J. M. R. Paleoparasitologia bacteriana: recuperação de *Bacillus* sp. de esporos viáveis presentes em coprólitos sul-americanos. *In*: JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO/REUNIÃO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FIOCRUZ, X/XV, 2007, Rio de Janeiro. *Novas Fronteiras da Educação e Saúde...* Rio de Janeiro, 2007.

NOGUEIRA, J. M. R. *Paleoparasitologia: estudos associados à recuperação de organismos bacterianos de esporos viáveis presentes em coprólitos sul-americanos*, 2008. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, 2008.

ORIEL, J. D. Gonorrhea in the ancient world. *Paleopathology Newsletter*, 4: 7-9, 1973.

PÄÄBO, S. Amplifying DNA from archaeological remains: a meeting report. *PCR Methods and Applications*, 1: 107-110, 1991.

PALHANO-SILVA, C. S. & NOGUEIRA, J. M. R. Novas possibilidades em estudos paleoparasitológicos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38, supl. 1: 253, 2005.

PRAT, J. G. & MENDONÇA DE SOUZA, S. M. F. Prehistoric tuberculosis in America: adding comments to a literature review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 151-159, 2003.

RAFI, A. *et al. Mycobacterium leprae* DNA from ancient bone detected by PCR. *The Lancet*, 343: 1.360-1.361, 1994.

RAOULT, D. *et al.* Molecular identification by 'suicide PCR' of *Yersinia pestis* as the agent of medieval black death. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97: 12.800-12.803, 2000.

REYMAN, T. A. & DOWD, A.M. Processing of mummified tissue for histological examination. *In*: COCKBURN, A. & COCKBURN, E. (Eds.). *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

RHODES, A. N. *et al.* Identification of bacterial isolates obtained from intestinal contents associated with 12,000-year-old mastodon remains. *Applied and Environmental Microbiology*, 64: 651-658, 1998.

ROLLO, F. *et al.* Ötzi's last meals: DNA analysis of the intestinal content of the neolithic glacier mummy from the Alps. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99: 12.594-12.599, 2002.

ROTHSCHILD, B. M. & ROTHSCHILD, C. Treponemal disease revisited: skeletal discriminators for yaws, bejel, and venereal syphilis. *Clinical Infectious Diseases*, 20: 1.402-1.408, 1995.

ROTHSCHILD, B. M. *et al. Mycobacterium tuberculosis* complex DNA from an extinct bison dated 17,000 years before the present. *Clinical Infectious Diseases*, 33: 305-311, 2001.

RUFFER, M. A. *Studies in Paleopathology of Egypt*. New York, Chicago: University of Chicago Press, 1921.

SALO, W. L. *et al.* Identification of *Mycobacterium tuberculosis* DNA in a pre-Columbian Peruvian mummy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91: 2.091-2.094, 1994.

SANTOS, A. K. C. R. *Diversidade de Linhagens de DNA Mitocondrial de Ameríndios da Amazônia: populações contemporâneas e ancestrais*, 1996. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo.

SAWICKI, V. A.; ALLISON, M. J. & DALTON, H. P. Presence of *Salmonella* antigens in feces from a Peruvian mummy. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 52: 805-813, 1976.

SCHRAMM, F. R. A terceira margem da saúde: a ética 'natural'. *Ciência, História e Saúde – Manguinhos*, 1: 54-68, 1995.

SEAWARD, M. R. D.; CROSS, T. & UNSWORTH, B. A. Viable bacterial spores recovered from an archaeological excavation. *Nature*, 261: 407-408, 1976.

SETLOW, P. Bacterial spore resistance. *In*: STORZ, G. & HENGGE-ARONIS, R. (Eds.). *Bacterial Stress Responses*. Washington: American Society for Microbiology, 1999.

SOULIE, R. Brucellosis: a case report dating from 650–700 AD. *Paleopathology Newsletter*, 38: 7-10, 1982.

SPIGELMAN, M. & DONOGHUE, H. D. Brief communication: unusual pathological condition in the lower extremities of a skeleton from ancient Israel. *American Journal of Physical Anthropology*, 114: 92-93, 2001.

SPIGELMAN, M. & LEMMA, E. The use of Polymerase Chain Reaction (PCR) to detect *Mycobacterium tuberculosis* in ancient skeletons. *International Journal of Osteoarchaeology*, 3: 137-143, 1993.

TAYLOR, G. M. *et al.* Detection of *Mycobacterium tuberculosis* bacterial DNA in medieval human skeletal remains using polymerase chain reaction. *Journal of Archaeological Science*, 23: 789-798, 1996.

TAYLOR, G. M. *et al.* Genotypic analysis of *Mycobacterium tuberculosis* from medieval human remains. *Microbiology*, 145: 899-904, 1999.

UBALDI, M. *et al.* Sequence analysis of bacterial DNA in the colon of an Andean mummy. *American Journal of Physical Anthropology*, 107: 285-295, 1998.

VOLLER, A.; BIDWELL, D. E. & BARTLETT, A. N. N. Enzyme immunoassays in diagnostic medicine: theory and practice. *Bulletin of the World Health Organization*, 53: 55-65, 1976.

VREELAND, R. H.; ROSENZWEIG, W. D. & POWERS, D.W. Isolation of a 250 million-year-old halotolerant bacterium from a primary salt crystal. *Nature*, 407: 897-900, 2000.

WIER, A. *et al.* Spirochete and protist symbionts of a termite (*Mastotermes electrodominicus*) in Miocene amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99: 1.410-1.413, 2002.

ZINK, A. *et al.* Molecular evidence of bacteremia by gastrointestinal pathogenic bacteria in an infant mummy from ancient Egypt. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 124: 1.614-1.618, 2000.

ZINK, A. R. *et al.* Molecular study on human tuberculosis in three geographically distinct and time delineated populations from ancient Egypt. *Epidemiology and Infection*, 130: 239-249, 2003.

13

Vírus e Paleoparasitologia

Hermann G. Schatzmayr

Nos últimos anos, ocorreu uma notável expansão dos estudos da denominada paleoparasitologia, ou seja, o estudo das doenças que atingiram, no passado, pessoas e eventualmente animais. Uma revisão recente (Nogueira *et al*., 2006) descreve com precisão a evolução dos conhecimentos na área, inicialmente utilizando instrumentos de medicina forense na descrição dos sinais patológicos em múmias em diversos países. Atualmente, esses estudos tiveram um grande impulso, quando se tornaram disponíveis métodos avançados de demonstração de ácidos nucleicos e proteínas em material orgânico (Konomi, Lebwohl & Zhang, 2002). Com essas metodologias, tem sido possível confirmar, algumas vezes de forma definitiva, os dados macro e microscópicos obtidos no estudo de tecidos humanos conservados.

Esse fato é particularmente importante quando se buscam dados sobre viroses, uma vez que os vírus são estruturas frágeis, compostas de um único ácido nucleico, ribonucleico ou desoxiribonucleico e envoltórios proteicos, não apresentando formas de resistência como esporos, que ocorrem em vários tipos de bactérias e outros microrganismos.

Sinais de infecções virais têm sido encontrados em restos mortais humanos em várias partes do mundo e neste trabalho se revisam, de forma resumida, os conhecimentos obtidos na paleoparasitologia de algumas viroses.

VARÍOLA

Existem indícios de que a doença existia na África desde 3700 a.C. (antes de Cristo) e na China desde 1100 a.C., não sendo possível definir com exatidão onde teria surgido. A teoria mais aceita sobre sua origem afirma que, muito provavelmente, um vírus animal do grupo Poxvirus adaptou-se de forma muito específica ao homem.

O vírus da varíola, ao penetrar na Europa e nas Américas através das rotas de comércio e da colonização, se transformou em um grande problema de saúde pública, levando à morte e a lesões irreversíveis na pele e em especial no rosto, de milhões de pessoas ao longo dos séculos, atingindo todas as camadas da população. A doença provocou a morte, na Europa, de reis e rainhas, como o rei Luís XV da França, em 1775. Com isso, ele veio a escapar da guilhotina que executou seu sucessor Luís XVI na Revolução Francesa, iniciada quatro anos depois.

A infecção por varíola foi empregada ainda como arma biológica potente na conquista espanhola do México. A enfermidade não existia nas Américas, e na ocasião de tal conquista o vírus foi deliberadamente introduzido no continente pelos exércitos ingleses, com fins militares. Disso resultaram extensas mortandades de populações indígenas, não só no México como nos Estados Unidos. No Brasil, o mesmo método foi empregado para eliminar indígenas que se opunham à construção da Estrada de Ferro Noroeste do estado de São Paulo.

Por sua eclética disseminação, tornaram-se disponíveis múmias de pessoas de classe social alta, nas quais foi possível encontrar partículas virais ou lesões na pele indicadoras da infecção. Assim, ao longo da vigésima dinastia egípcia, ocorreu uma epidemia de varíola na região; as lesões encontradas no rosto da múmia de Ramsés V (1156 a.C.), indicadoras da infecção, foram uma das primeiras observações de uma infecção viral no âmbito da paleoparasitologia. Essa descoberta foi descrita originalmente no início do século passado (Ruffer & Ferguson, 1911).

Assinale-se que, à mesma época, ocorreu o êxodo das tribos judaicas para Israel, sob a liderança de Moisés. No Velho Testamento, no livro do Levítico capítulos 13, 14 e 15, são citadas lesões de pele como pústulas, com recomendações de como evitar o contágio para outras pessoas, isolando doentes e obrigando os infectados a serem examinados pelos sacerdotes, ao longo da evolução do quadro clínico. Esses dados sugerem que a epidemia veio a alcançar aqueles grupos populacionais, durante seu deslocamento para a região de Israel.

Nas últimas três décadas, estudos sobre patologias de múmias encontradas em várias regiões da Itália despertaram grande interesse. Foram descritas calcificações de grandes vasos, lesões de fibrose pulmonar sugerindo infecção tuberculosa, diverticulite, parasitoses de pele, sífilis terciária, neoplasias, hérnias e outros eventos (Fornaciari, 2006).

Em uma dessas múmias do século XVI, uma criança de 2 anos de idade, em Nápoles, foi possível identificar uma infecção por varíola pelos aspectos macroscópicos, imunofluorescência indireta e por microscopia eletrônica, quando foram encontradas partículas características do vírus (Fornacieri & Marchetti, 1986), achado confirmado por outros pesquisadores (Marennikova *et al.*, 1990).

Tentativas de induzir infecções no laboratório a partir do material original foram negativas, demonstrando que o vírus havia perdido sua capacidade de infectar células. Trata-se de achado importante, visto que pacientes mortos pela varíola estão inumados em regiões frias do planeta, como no norte da Rússia e no Alasca, e que frequentemente se levanta a hipótese de que é possível recuperar vírus infeccioso dessas fontes, com implicações em ações ilícitas como o bioterrorismo.

Posteriormente, lesões semelhantes à varíola foram encontrados em tecidos mumificados depositados no Museu Britânico (Kieron *et al.*, 2006).

Pelas suas lesões bastante características, quase sempre presentes no rosto do paciente, e a relativa resistência do vírus, espera-se que, no futuro, mais dados sejam obtidos sobre infecções por varíola em tecidos humanos conservados.

INFLUENZA

O vírus da influenza tem sido responsável por sucessivas epidemias e epizootias ao longo dos séculos, tendo como reservatórios principalmente aves e animais domésticos. A doença humana surge e se dissemina com rapidez, em consequência de mutações e rearranjos moleculares do vírus, em suas duas proteínas superficiais H (hemaglutinina) e N (neuraminidase), gerando-se amostras virulentas para o homem. Essas modificações têm

surgido na Ásia, daí se disseminando para outras regiões, como recentemente ocorreu com a amostra H5N1, na China, e ainda mais recente com H1N1. Um melhor conhecimento sobre essas mutações é muito importante para se prever eventuais epidemias e reduzir o seu impacto.

Tendo em vista os sinais e sintomas característicos da doença, a letalidade por vezes elevada e seu caráter sazonal, é possível reconhecer descrições clínicas de influenza desde remotas antiguidades. O nome da doença sugere uma relação com as "influências" de variada natureza que se acreditava serem responsáveis pelas epidemias, como a posição dos astros e ilações semelhantes (Schatzmayr & Corrêa, 2005).

As lesões desse vírus não são reconhecidas de forma específica em tecidos mumificados, porém, como antes assinalado, os métodos de pesquisa de ácidos nucleicos virais contribuíram, de forma importante, para se conhecer a composição genética de amostras virais, em tecidos humanos.

A mais importante contribuição da paleoparasitologia em influenza foram as pesquisas de resgate do genoma viral em pacientes mortos por influenza durante a grande pandemia de 1918-1919.

Entre setembro de 1918 e abril de 1919, pelo menos vinte milhões de pessoas morreram em todo o mundo, o equivalente a quase 4% da população mundial de então. Somente no Rio de Janeiro, a influenza fez 15 mil vítimas em poucos meses, entre elas o presidente Rodrigues Alves. Formou-se, inicialmente, a convicção de que o vírus apresentou tão alta letalidade porque encontrou uma população abatida pela I Guerra Mundial, sem hospitais ou medicamentos adequados. Porém, a mortalidade foi igualmente elevada nos Estados Unidos e em outros países como o nosso, que não sofreram diretamente com problemas relacionados à guerra na Europa.

Saber qual a estrutura da amostra causadora da pandemia de 1918 era um grande sonho que se concretizou por meio do resgate de fragmentos do genoma viral presentes em blocos de parafina contendo amostras de pulmão de casos fatais em Nova York e em fragmentos de restos mortais de uma mulher de etnia Inuit, no Alasca.

Essa mulher foi inumada no solo congelado de uma península da costa do Alasca, não muito distante do estreito de Bering, juntamente com 72 outros habitantes da comunidade, todos mortos por influenza (Lederberg, 2001).

No laboratório, os fragmentos de vírus presentes no pulmão foram sequenciados, ou seja, tiveram determinada sua estrutura interna e estudados vários de seus genes, por meio da inserção destes em vírus da influenza atuais.

A exemplo do que ocorreu com os fragmentos do vírus da varíola encontrados na múmia italiana, o vírus da influenza não foi capaz de infectar animais a partir dos fragmentos originais. Mais recentemente, um grupo demonstrou que, quando vários genes da amostra de 1918 são adicionados às amostras de influenza atuais, ocorre um significativo aumento da virulência desta nova amostra (Tumpey *et al.*, 2004).

Em realidade, o simples conhecimento de que o vírus de 1918 apresentava a composição básica H1N1, estrutura ainda hoje circulante na natureza, foi um grande avanço, alertando sobre o potencial risco dessa apresentação do genoma viral.

HEPATITE B

Infecções pelo vírus da hepatite constituem um sério problema de saúde pública na Ásia, o qual foi reduzido nas regiões onde se implantou uma ampla vacinação, como no Japão. Porém, ainda continua importante na maioria dos outros países.

Na Coreia do Sul, os dados disponíveis indicam que cerca de 12% da população carreiam o vírus da hepatite, valores muito acima da média mundial, próxima a 5%. Nesse país, estudos recentes dentro da paleoparasitologia estão dando uma contribuição importante para entendermos a evolução dessas infecções na região.

Assim, até pouco tempo atrás era totalmente desconhecida a existência de múmias no país, uma vez que, por motivos religiosos, não se aplicam técnicas de conservação em corpos de pessoas falecidas. No entanto, em 2007, ao se realizar a mudança de um cemitério durante uma reforma urbana na capital, Seul, foram encontradas múmias em excepcional estado de conservação, datadas em torno do ano de 1400 d.C.

Historicamente, se conhecia que, na década anterior, a região era um Estado budista com uma estrutura baseada no poder absoluto dos monges. Em 1392, os confucionistas tomaram o poder. O período foi denominado Dinastia Joseon. Durante essa dinastia, foram introduzidas técnicas de tratamento de restos mortais, dentro das concepções religiosas de que deveria haver uma dissolução natural do corpo, sem a influência de vermes e outros agentes externos. Com isso, o corpo era mantido em gelo por vários dias, em seguida colocado em sarcófagos de madeiras produtoras de resinas e depositado em solo alcalino. Desse conjunto de fatores, resultou uma mumificação dos corpos, em realidade não desejada originalmente. Os tecidos mantiveram-se ainda friáveis e em melhor estado de conservação do que as múmias egípcias, as quais eram tratadas quimicamente até se obter um desidratação total dos tecidos.

Dentre as múmias encontradas, pesquisadores conseguiram recuperar, do fígado de uma criança, o genoma do vírus da hepatite B. Esse achado abre a possibilidade de se estudar a evolução desses vírus e eventualmente se conhecer melhor a patogenia da infecção.

VÍRUS HTLV-1

Na década de 70, identificou-se no sudoeste do Japão uma doença linfoproliferativa caracterizada como leucemia/linfoma de células T do adulto e em 1980 isolou-se nos Estados Unidos o primeiro retrovírus humano, denominado HTLV-I, agente de linfomas semelhantes aos observados no Japão.

Em 1985, demonstrou-se que o mesmo vírus estava relacionado a uma síndrome denominada paraparesia espástica tropical em pacientes do Caribe. Outros focos geográficos foram descobertos e comprovou-se que a doença neurológica poderia ser encontrada também em regiões não tropicais.

Os vírus denominados HTLV-1, pertencentes à família Retroviridae, são os agentes dessas infecções humanas graves, alem de uveíte e outras manifestações como a dermatite infecciosa. Essas infecções ocorrem em regiões bem definidas no Japão, país onde a infecção tem sido intensamente estudada, na América do Sul e em algumas regiões do Caribe, além de regiões no Subsaara, na Melanésia e no Oriente Médio.

Considerando-se a distribuição da doença e a hipótese geralmente aceita da migração asiática pelo estreito de Bering alcançando a América do Sul, múmias de habitantes do Chile datadas de cerca de 1.000 a 1.500 anos atrás foram estudadas, e fragmentos do vírus HTLV-1 identificados em duas delas (Hong-Shuan *et al.*, 1999; Sonoda *et al.*, 2000).

Os estudos moleculares identificaram uma semelhança significativa entre os segmentos genômicos encontrados nas múmias do Chile e o genoma de amostras do HTLV-1 identificadas no Japão, bem com na população andina de nossos dias. Esses dados confirmam a chegada desse vírus ao continente americano, antes dos conquistadores espanhois, com a migração asiática para as Américas.

OUTRAS OCORRÊNCIAS E CONCLUSÕES

O vírus do papiloma humano, hoje seguramente associado ao carcinoma do colo do útero, foi encontrado em múmia na Itália do século XVI, demonstrando que sua adaptação ao homem é antiga (Fornaciari *et al*., 2003).

Outro achado importante foi a descoberta de lesões orbitárias em esqueletos de populações aborígines da Austrália, indicando uma infecção ocular crônica. Quando essas lesões são relacionadas à distribuição do tracoma em populações atuais da região e a outros dados como a idade sempre avançada dos indivíduos, pode-se concluir que essa infecção teria existido na Austrália desde remotas épocas (Webb, 2005).

Outro dado obtido com múmias italianas foi a presença, em tecidos de um exemplar datado do século XVI, do alelo HLA-DRB. Essa presença expressa epítopos associados à glicoproteína 110 do vírus Epstein-Barr, que se suspeita ser responsável pela formação de artrite reumatoide, igualmente encontrada na múmia estudada (Fontecchio *et al.*, 2006). O achado tem também importância em relação à procedência da doença, que estudos paleopatológicos anteriores sustentavam ter se originado na América, na região do Tennessee, entre 5000 e 500 a.C.

Como conclusão, podemos afirmar que o estudo dos vírus, dentro da paleoparasitologia, está apenas iniciando. Espera-se que, com metodologias avançadas utilizadas em escala mais ampla, possamos conhecer com mais precisão a história natural das viroses, sua distribuição e a evolução dos genomas virais ao longo da história das doenças humanas.

REFERÊNCIAS

FONTECCHIO, G. *et al*. HLA-DRB genotyping of an Italian mummy from the 16th century with signs of rheumatoid arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 65: 1.676-1.677, 2006.

FORNACIARI, G. Italian mummies, 2006. Disponível em: <www.paleopatologia.it>. Acesso em: jul. 2008.

FORNACIARI, G. & MARCHETTI, A. Italian smallpox of the Sixteenth century. *The Lancet*, 8.521/8.522: 1.469-1.470, 1986.

FORNACIARI, G. *et al*. Human papillomavirus in a 16th century mummy. *The Lancet*, 362: 1.160, 2003.

HONG-CHUAN, L. *et al*. The presence of ancient human T-cell lymphotropic virus type 1 provirus DNA in Andean mummy. *Nature Medicine*, 5: 1.428-1.432, 1999.

KIERON, S. *et al*. Skin disease in mummies. *International Journal of Dermatology*, 45: 161-163, 2006.

KONOMI, N.; LEBWOHL, E. & ZHANG, D. Comparison of DNA and RNA extraction methods for mummified tissues. *Molecular and Cellular Probes*, 16: 445-451, 2002.

LEDERBERG, J. H1N1-influenza as Lazarus: genomic resurrection from the tomb of an unknown. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98: 2.746-2.751, 2001.

MARENNIKOVA, S. S. *et al*. Smallpox diagnosed 400 years later: results of skin lesions examination of 16th century Italian mummy. *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology, and Immunology*, 34: 227-231, 1990.

NOGUEIRA, J. *et al*. *Revista de Patologia Tropical*, 35: 87-102, 2006.

RUFFER, M. A. & FERGUSON, A. R. Note on an eruption resembling that of variola in the skin of a mummy of the twentieth dinasty (1200–1100 BC). *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 15: 1-3, 1911.

SCHATZMAYR, H. G. & CORRÊA, J. C. Influenza *In*: COURA, J. R. (Ed.). *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2005.

SONODA, S. *et al*. Ancient HTLV type 1 Pro-virus DNA of Andean Mummy. *Aids Research and Human Retroviruses*, 16: 1.753-1.756, 2000.

TUMPEY, T. M. *et al*. Pathogenicity and immunogenicity of influenza virus with genes from the 1918 pandemic virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101: 3.166-3.172, 2004.

WEBB, S.G. Prehistoric eye disease (trachoma?) in Australian Aborigines. *American Journal of Physical Anthropology*, 81: 91-100, 2005.

14

Grãos de Pólen, Paisagens e Paleoambientes

Sérgio Augusto de Miranda Chaves

A palinologia é o ramo da botânica que estuda os grãos de pólen e esporos. Tratados de palinologia, como os elaborados por Wodehouse (1935), Faegri e Iversen (1950) e Erdtman (1952), representam a fase de diversificação dos estudos palinológicos e de fundamentação técnica e teórica para as diferentes linhas de pesquisa que se desenvolveram em seguida.

Os grãos de pólen e esporos foram estudados a partir do início do século XX, a fim de contribuir nos estudos taxonômicos e, mais recentemente, nos estudos sobre o ambiente e paleoambientes.

Erdtman (1952) estabeleceu as bases dos estudos atuais em palinologia. Em sua obra pioneira, o autor representou graficamente detalhes morfológicos de grãos de pólen e de esporos, e fundamentou também os procedimentos metodológicos básicos para sua extração, ainda utilizados atualmente.

A palinologia tem se mostrado, cada vez mais, uma ciência de apoio que muito tem a contribuir nas pesquisas em botânica aplicada. Atualmente, os diversos estudos em paleopalinologia nos permitem conhecer os vegetais e as associações vegetais 'fósseis' e reconstituir sua história. Segundo Renault-Miskovsky e Petzold (1992), os grãos de pólen, graças à sua 'membrana' externa, a exina, são particularmente resistentes. Assim, podem se conservar indefinidamente no curso dos tempos geológicos. Eles suportam também as agressões químicas inerentes aos métodos utilizados na extração polínica dos sedimentos. Segundo o autor, a estrutura do grão, seu tamanho, sua forma ou ainda a disposição, o tipo e o número de aberturas germinais, assim como a descrição da escultura da exina, permitem identificar, no microscópio óptico, uma família vegetal, um gênero ou mesmo uma espécie.

A análise polínica fornece, de maneira específica, diversos dados sobre a chuva polínica da vegetação dos arredores ou vegetação circundante, sujeita às variações sazonais. Se quisermos conhecer a evolução florística de uma dada vegetação, devemos contar com a análise polínica de elementos de origens diversas, como turfeiras, sedimentos lacustres. Esses sedimentos refletem melhor a evolução da vegetação regional durante um período maior – algumas vezes, milhares de anos (Salgado-Labouriau, 1973; Faegri & Iversen, 1989).

A análise polínica de coprólitos é também uma ferramenta muito interessante, tanto nos estudos paleoambientais como naqueles relacionados à paleodieta e à utilização medicinal de determinadas plantas, entre outros. Os limites desse tipo de análise estão relacionados às estações do ano e aos períodos de florações das plantas no passado (Chaves & Renault-Miskovsky, 1996; Chaves, 1997).

Em 2002, reuniram-se em Londres, no Feces Facies Symposium, especialistas da Europa e da América. Foram apresentadas ricas contribuições, das abordagens ambientais àquelas que versaram sobre paleodietas, paleofarmacologia de populações pré-históricas e estudos coprológicos. A relevância desse encontro consolidou-se em 2006, com a publicação de um número especial do *Journal of Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*: *advances in the interpretation of pollen and spores in coprolites*. Mais recentemente, em setembro de 2009, no 5º Simpósio Internacional de Etnobotânica, cientistas apresentaram, em um simpósio, metodologias diversas de pesquisa na área da coprologia, da paleobotânica e de estudos diversos sobre plantas utilizadas por populações pré-históricas, em especial na América do Sul.

É bom lembrar que a palinologia tem se mostrado, cada vez mais, uma ciência que muito tem a contribuir não só nas pesquisas sobre as vegetações passadas, mas também em estudos interdisciplinares, relacionados à parasitologia e à paleoparasitologia.

Podemos então afirmar que a palinologia e as outras ciências citadas representam verdadeiros fios condutores em pesquisas aplicadas sobre reconstrução do paleoambiente e são importantes ferramentas utilizadas nas atuais linhas de pesquisa em ecologia aplicada, principalmente as relacionadas à evolução da espécie humana e seu ambiente, resgatando um novo olhar do que chamaremos aqui de ecologia histórica. Atualmente, contamos com um número relevante de publicações sobre esses temas, realizadas pelos pesquisadores envolvidos nos projetos ligados à paleopalinologia e parasitologia. Nos estudos relacionados à arqueologia, a análise palinológica auxilia o pesquisador na interpretação sobre dados referentes a ocupações diversas de populações nos tempos pré-históricos. Podemos, ainda, mediante a análise polínica de sedimentos ditos antrópicos, avaliar o impacto causado pelo homem no meio ambiente a partir das atividades relacionadas com o desenvolvimento da agricultura e com a implantação de culturas diversas (Carrión *et al*., 2004; Sears, 1982; Faegri & Iversen, 1989; Lima Ribeiro & Barbieri, 2005).

A história da ocupação humana no continente americano está intimamente ligada a uma outra e também importante história: a da ocupação dos diversos, e muitas vezes inóspitos, ecossistemas presentes neste novo e último espaço de conquista, a América. Sem dúvida alguma, parte das vagas migratórias humanas que povoaram nosso continente seguiu o mesmo caminho da megafauna que lhes foi contemporânea. Vindas provavelmente da Sibéria, essas vagas humanas ultrapassaram a ponte gelada do estreito de Bering; transpuseram as extensas formações de tundras lá existentes, assim como na região do Alasca. Percorreram o corredor já então aberto entre as geleiras, durante o interglacial de Wurm, nas planícies areno-argilosas da América do Norte; ultrapassaram a vegetação equatorial amazônica, até alcançarem o nordeste e o centro do Brasil e se dirigirem para as distantes paragens litorais do Atlântico e do Pacífico, na América do Sul (essa rota é puramente especulativa, já que novas descobertas arqueológicas apontam para, no mínimo, duas outras vias de acesso ao continente!). Um novo modelo visando a esclarecer o povoamento da América torna-se necessário, principalmente depois da publicação recente das evidências sobre a indústria Clóvis e sua real representatividade na história cultural do povoamento deste continente (Waters & Stafford, 2007).

Foi durante o período holocênico – 10.000 anos AP (antes do presente) – que se deu o desenvolvimento dos mamíferos herbívoros na América, devido à expansão dos espaços ocupados então por 'pastagens'. Foi nesse mesmo período que a espécie *Homo sapiens sapiens* expandiu sua conquista territorial, distribuindo-se pelo continente americano e desenvolvendo então inúmeras transformações culturais relacionadas aos ecossistemas tropicais da América do Sul.

Podemos mesmo afirmar que, já no Pleistoceno final, entre 13.000 e 10.000 AP, tais levas de migrações humanas que tomaram a direção do continente americano obtiveram um enorme sucesso de adaptação, principalmente no que diz respeito à sua economia de subsistência baseada na caça de animais selvagens, na pesca e mesmo na coleta de plantas. Segundo Roberts (1994), para sobreviver em um dado território, em um movimento de migração que dependia, sem dúvida, de recursos naturais como a água, esses caçadores-pescadores-coletores necessitavam de, no mínimo, uma área de 75 km^2 para um grupo de 25 pessoas. Calcula-se que, já no final do Pleistoceno, uma grande e representativa população de seres humanos (mais de dois milhões) movimentava-se em fluxos migratórios de grande relevância pelos cinco continentes.

Além da adaptabilidade desses grupos humanos aos novos cenários ecológicos, outras questões se colocam, por exemplo, sobre seu modo de vida e de subsistência, ou mesmo sobre as diversas formas de relação com grupos próximos 'aparentados', assim como sobre a existência de possíveis níveis hierárquicos intragrupos. Mas não é nosso intuito, aqui, nos aprofundarmos em tais questões. Apresentar uma visão geral da importância de algumas ciências na reconstituição de paleoambientes já é, por si só, uma árdua tarefa!

PALEOAMBIENTES

A reconstituição de paleoambientes holocênicos, e mesmo pleistocênicos, conta, nos dias de hoje, com inúmeras ciências de apoio, imprescindíveis para o aprimoramento de estudos paleoambientais. São elas a dendrocronologia, estudo dos 'anéis' existentes no interior dos troncos das árvores e suas relações com as mudanças climáticas; a palinologia, estudo dos grãos de pólen e dos esporos; a paleomalacologia, o estudo dos moluscos fósseis; o estudo dos fitólitos – partículas de silício depositadas na epiderme das folhas e no caule das plantas; o estudo das diatomáceas, que são algas microscópicas, ótimas indicadoras de mudanças ambientais, e até mesmo o estudo de determinados coleópteros, insetos que respondem muito rapidamente às mudanças climáticas.

Por meio do estudo dos polens e dos esporos, obtemos importantes informações sobre os ambientes passados, assim como os possíveis arranjos florísticos existentes em uma dada época geológica, contribuindo, dessa maneira, para esclarecer questões relacionadas aos paleoclimas, aos paleoambientes e às paleovegetações. Os grãos de pólen, microestruturas responsáveis pela fertilização das plantas com flor, são dispersos anualmente em quantidades que variam segundo o tipo de planta. Eles podem ser levados para localidades distantes da sua área de produção por correntes de ar, por insetos, por animais ou mesmo pelo ser humano. A maior parte desses grãos de pólen, porém, cai nas proximidades de seu local de origem, caracterizando assim a flora local. Esse depósito de polens pode ser acumulado em 'armadilhas', como lâminas untadas com vaselina, colocadas próximas à superfície do solo e que recolhem o que chamamos de chuva polínica.

Podemos extrair os grãos de pólen de sedimentos terrestres e/ou lagunares recentes ou mesmo de sedimentos arqueológicos, mediante alguns procedimentos químicos, para depois então analisarmos a sua frequência relativa de aparecimento nas amostras, separando-os em arbóreos (AP, do inglês *arboreal pollen*, pólen arbóreo) e não arbóreos (NAP, *no arboreal pollen*, pólen não arbóreo). É aí que se inicia o trabalho de reconstrução dos ambientes passados ou dos paleoambientes, através da análise e da interpretação dos diagramas polínicos. Estes são construídos com base na identificação de *taxa* marcadores de determinados tipos vegetacionais e/ou de associações vegetais representativas de diversos ambientes: ambientes muito secos, muito úmidos, alagados, de florestas, de savanas, entre outros. É importante frisar que esses sedimentos analisados devem ser previamente datados, por métodos como o do C^{14}, para amostras de até 40.000 anos.

PRESERVAÇÃO DO PÓLEN

A preservação dos grãos de pólen é um capítulo à parte. Mesmo tendo um invólucro indestrutível, a sexina, que é constituída de esporopolenina – composto resistente mesmo aos ácidos mais fortes, como o ácido sulfúrico e o ácido fluorídrico –, essa camada externa do pólen não resiste a sedimentos em que o oxigênio esteja presente. Porém, em sedimentos turfosos, lagos, lagoas e pântanos, encontramos ótimos ambientes para a sua conservação (contanto que esses sedimentos não tenham passado por fases de ressecamento, o que causaria a destruição dos grãos de pólen, devido à existência de um meio aeróbico).

Nas escavações arqueológicas, podemos encontrar grãos de pólen no interior dos sedimentos; nas urnas funerárias, junto a sepultamentos diversos, especialmente nos estames das flores, que são comumente utilizadas como oferendas (Chaves & Brancaglion, 2005); na superfície de objetos manipulados pelo homem, como utensílios de madeira, de cerâmica ou de pedra; ou na superfície e no interior das fezes fossilizadas – conhecidas como coprólitos.

Os coprólitos podem conter polens e esporos no seu interior e superfície, uma vez que os grãos de pólen depositam-se na sua parte externa, funcionando como uma verdadeira armadilha orgânica (Chaves, 1996; Chaves & Reinhard, 2006). O conteúdo polínico, assim como os macro e microrrestos encontrados nesse rico material orgânico, pode então fornecer informações sobre a dieta alimentar de seres humanos e de animais (Chame, 1988; Sobolik & Gerik 1992; Reinhard, Mrozowski & Orloski, 1986; Reinhard, Hamilton & Hevly, 1991; Chaves, 1994; Carrión *et al*., 2004; Chaves & Reinhard, 2006; Reinhard, Chaves & Iñiguez, 2008).

Para uma análise mais aprofundada do material, é necessário identificar o animal que o produziu, se herbívoro ou carnívoro, pois a interpretação ambiental resultante desse tipo de informação está intimamente ligada aos hábitos alimentares do animal.

Além disso, a coprologia, o estudo dos coprólitos, nos permite ainda obter preciosos dados sobre a paleodemografia de um determinado sítio, uma vez que podemos extrair dos coprólitos esteroides próprios do homem e da mulher, assim como o DNA mitocondrial (mtDNA), utilizado para estudos taxonômicos e de relações de parentesco e evolução (Sobolik *et al*., 1996). Podemos também, por meio da paleoparasitologia, ciência que trabalha estreitamente com a coprologia, obter informações sobre doenças parasitárias, assim como sobre as possíveis rotas migratórias seguidas pelas populações humanas e animais no passado (Araújo *et al.,* 1988; Araújo, Rangel & Ferreira, 1993; Ferrreira *et al*., 1987).

Analisando o pólen nos coprólitos, o palinólogo obtém informações que, analisadas juntamente com outros exames, tornam possível o trabalho de reconstrução paleoambiental, construindo mesmo um possível cenário onde os seres humanos pré-históricos viveram, relacionando-os a determinados períodos. Ao estudar os grãos de pólen, assim como outros macrorresíduos contidos nos coprólitos, é possível inferir a respeito do alimento e dos usos medicinais de plantas específicas (Sobolik & Gerik, 1992; Reinhard, Mrozowski & Orloski, 1986; Reinhard, Hamilton & Hevly, 1991; Chaves, 1994, 2000a; Carrión *et al*., 2004; Chaves & Reinhard, 2006). Ao fazer interpretações paleoecológicas com base em coprólitos, o palinólogo deve estar atento a duas considerações metodológicas importantes. A primeira diz respeito ao fato de os polens terem sido encontrados no interior dos coprólitos, o que significa que foram ingeridos com a alimentação sólida e/ou líquida de humanos ou animais.

A segunda está relacionada à chuva polínica depositada sobre os coprólitos. Os coprólitos funcionam então como uma 'armadilha', coletando o pólen das espécies vegetais do ambiente (árvores principalmente), assim como os de plantas encontradas a longas distâncias. Esses polens são trazidos por correntes de ar. Se produzido por animais carnívoros, o

coprólito poderá apresentar polens provenientes do estômago de presas consumidas, herbívoros, por exemplo. Pássaros e insetos também ingeridos por carnívoros podem refletir uma vegetação de muitos quilômetros distantes do local ou do lugar da coleta. O pólen recuperado na superfície de um coprólito pode indicar os *taxa* das plantas que crescem dentro ou próximas do ponto onde o coprólito foi encontrado (Carrión *et al*., 2004; Putman, 1984).

Torna-se, então, necessária grande prudência em nossas interpretações ambientais baseadas em coprólitos. Um diagnóstico errado, em que não se considerem principalmente esses dois tipos de impregnação dos coprólitos pelos polens, pode levar nossas interpretações ecológicas (ou paleoecológicas) a conclusões errôneas e precipitadas.

Fitólitos são também ótimos microrresíduos utilizados em uma perspectiva de reconstrução paleoambiental. A aplicação de análises de fitólitos e o exame dessas partículas de sílica aumentaram consideravelmente a partir dos anos 1970. De acordo com Jones e Handreck (1967), a sílica que constitui os fitólitos é depositada na epiderme e em outras partes das plantas.

Nos diferentes *taxa*, os fitólitos apresentam formas distintas, o que permite diagnosticá-los e, consequentemente, identificar a planta. De acordo com Piperno (1991) e Pearsall (1989), diversas famílias das monocotiledôneas e dicotiledôneas produzem uma quantidade abundante de fitólitos. Piperno (1991) identificou alguns fitólitos atuais nas seguintes famílias das monocotiledôneas: Bromeliaceae, Cannaceae, Cyperaceae, Poaceae, Heliconiaceae, Marantaceae, Musaceae, Orchidaceae, Arecaceae e Zingiberaceae. Essa mesma pesquisa também indicou a produção de fitólitos nas seguintes famílias de dicotiledôneas: Acanthaceae, Annonaceae, Aristolochiaceae, Burseracerae, Cannabaceae, Chloranthaceae, Chrysobalanaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Dilleniaceae, Euphorbiaceae, Loranthaceae, Magnoliaceae, Moraceae, Piperaceae, Rosaceae, Sterculiaceae, Ulmaceae, Urticaceae e Verbenaceae.

A aplicação da análise dos fitólitos nos estudos visando a uma reconstrução palaeoambiental é descrita nos trabalhos de Piperno (1991), Alexandre, Colin e Meunier (1994) e Alexandre (1996). Esses artigos relacionam-se às recentes pesquisas desenvolvidas nos trópicos e contribuem de maneira substancial na reconstrução de ambientes tropicais, na medida em que determinados *taxa* são mesmos 'invisíveis' em um diagnóstico conduzido por um palinólogo. Na observação ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), a superfície dos fitólitos de um perfil de solo revela que marcas de mudanças, e consequentemente da sua idade, aumentando regularmente com a profundidade. Sua distribuição pode ser interpretada com estudos paleogeográficos (Alexandre, 1996). Há alguns anos foram relatadas evidências de que podemos separar o milho do 'teosinto' pela análise dos fitólitos (Piperno, 1991). Mulholland (1989) também separou tipos de milho e do trigo na América do Norte. Piperno (1991), Pearsall (1989) e Pearsall e Piperno (1990) publicaram um método de identificação do milho no Novo Mundo.

Outras culturas também podem ser identificadas com a análise dos fitólitos; podemos mencionar: Achira (*Cana edulis*) (Cannaceae), (*Maranta arundinacea* L.) (Marantaceae) e Chufa (*Cyperus esculentus* L.) (Cyperaceae) (Pearsall, 1989). De acordo com Piperno (1991), um número significativo de espécies selvagens, usadas pelas populações humanas durante a pré-história do Novo Mundo, podem ser identificadas também pela análise dos fitólitos. É o exemplo de algumas palmeiras, dos bambus e de *Heliconia* (Musaceae). Infelizmente, grande parte das culturas das raízes do Novo Mundo, como a mandioca e a batata, não são diagnosticadas pela análise dos fitólitos.

Os ovos, as larvas e o DNA de parasitos também podem ser recuperados dos coprólitos preservados. Em outros locais, entretanto, quando os coprólitos são 'contaminados' pela chuva, um tipo esporádico de decomposição ocorre em circunstâncias aeróbicas. Os coprólitos desses ambientes abertos apresentam-se com baixa preservação ou 'riqueza polínica', além da ocorrência de ácaros, de esporos de fungos e hifas de aspecto diverso. O crescimento de hifas é ativo em tais depósitos, e, pelo menos uma vez, diversos arqueólogos adoeceram com infecções pulmonares aparentemente ao escavar coprólitos (Bouchet *et al.,* 2003).

Morfologicamente, os coprólitos bem preservados não são diferentes das fezes recentemente depositadas. Podem ser fragmentados ou mesmo estar dissolvidos nas camadas arqueológicas ou no solo, como é o caso das latrinas. Após a defecação, as fezes são expostas a muitos fatores climáticos. Como relatado, a chuva e a umidade podem alterar a morfologia fecal, o que resultaria, assim, em interpretações paleoambientais errôneas.

PALEOFARMACOLOGIA, ESTUDOS DE PALINOLOGIA E FARMACOPEIA BRASILEIRA

A paleofarmacologia é o estudo de resíduos com utilidades medicinais encontrados em locais como sítios arqueológicos (Reinhard, Hamilton & Hevly, 1991; Chaves & Reinhard, 2003, 2006).

A fundamentação teórica para esse campo de estudo foi possibilitada pelos estudos de Ortiz de Montellano (1975) em que o autor faz um minucioso levantamento das plantas medicinais utilizadas pelos astecas e identificadas em um códex histórico. A análise de coprólitos tem implicações óbvias para esse campo de pesquisa e pode estender nosso conhecimento sobre a utilização de plantas medicinais há milhares de anos. Como revisto por Riley (1993), numerosos investigadores estabeleceram o uso das sementes para identificar o uso pré-histórico de vermífugos.

O parasitismo é um tipo de relação complexa. Povos e civilizações antigas desenvolveram 'tratamentos' medicinais visando a eliminar parasitoses diversas, com base em conhecimentos de dada farmacopeia. Acreditamos ser possível recuperar o tipo de uso e/ou evidências de uso de determinada planta dita medicinal em sítios arqueológicos, bem como estabelecer relações entre seu uso e circunstâncias específicas. Esse tipo de pesquisa deve apresentar uma abordagem multidisciplinar envolvendo, entre outros, paleoetnobotanistas, paleoparasitologistas, paleopatologistas e farmacologistas.

O Código Farmacêutico Lusitano, datado de 1835, elaborado pelo dr. Agostinho Albano da Silveira Pinto, foi aprovado como a farmacopeia oficial do Brasil. Porém, a primeira farmacopeia oficial escrita por médicos e farmacêuticos foi a Farmacopeia Portuguesa, datada de 1876.

A arqueologia do sertão do semiárido do Brasil fornece uma fonte rica da informação sobre as primeiras culturas americanas. O sertão inclui a caatinga, que é a região que abrange parcelas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. No sertão, a tradição cultural Nordeste foi documentada por enterramentos, pela arte parietal e também pela presença de artefatos associados em diversos locais bem datados (Guidon *et al.*, 1994; Martin, 1996; Lessa & Guidon, 2002).

Coprólitos humanos, datando de 8.500 a 7.000 anos AP, foram coletados do abrigo do sítio do Boqueirão da Pedra Furada, Piauí, Brasil. Essas datações correspondem temporalmente às tradições culturais Serra Talhada I e II – tradição Nordeste, uma cultura paleoíndia do nordeste do Brasil. A análise parasitológica desses coprólitos revelou a presença de ovos de parasitos. A análise dos esqueletos e do cabelo de indivíduos dessa tradição mostra uma variedade das doenças incluindo problemas como a osteodistrofia, deformações dentais e também a presença do piolho da cabeça.

A análise de palinológica dos coprólitos revelou 12 gêneros potencialmente medicinais. Os dados obtidos por meio das análises polínicas foram avaliados criticamente visando a levantar o potencial terapêutico que o pólen das plantas correspondentes a eles tiveram à época.

Os casos mais representativos poderiam ser apontados pela presença de três gêneros, *Anacardium*, *Borreria* e *Terminalia*, sendo então essas plantas utilizadas para finalidades medicinais, como, por exemplo, no tratamento dos sintomas causados pelos parasitos intestinais presentes nos indivíduos (Chaves & Reinhard, 2006).

A análise dos coprólitos, de esqueletos e de amostras de cabelo forneceu evidências de paleopatologias que requereriam o conhecimento do uso de plantas medicinais tradicionais para tratar essa população relacionada à tradição Nordeste. Araújo e colaboradores (2000) encontraram ovos do piolho nos eixos isolados do cabelo que datavam de 10.000 anos. Os repelentes ou os 'remédios', se podemos assim denominá-los, reduziriam o incômodo causado por esses parasitos.

Reinhard e colaboradores (2001) indicam que as infecções mais antigas desse parasito estiveram diagnosticadas nos coprólitos da tradição Nordeste. Segundo os autores, alguns helmintos parasitaram também indivíduos dessa cultura (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Anti-helmínticos e tratamentos para os sintomas dessa infecção seriam então necessários. Lessa e Guidon (2002) encontraram evidências dessa doença degenerativa e de uma patologia oral que requereria o uso de analgésicos.

Reinhard, Hamilton e Hevly (1991) propuseram o uso da concentração polínica para identificar plantas medicinais nos coprólitos e nos enterramentos. Para os autores, a descoberta de *Salix* (salgueiro), *Larrea* (creosoto) e *Ephedra* (chá mórmon) em porcentagens e em concentrações elevadas indicou o uso visando a tratamentos específicos. Um princípio estabelecido nesses trabalhos relacionou-se ao valor da concentração do pólen para identificar o consumo intencional de plantas anemófilas (polinização pelo vento) e plantas entomófilas (polinização por insetos). O conhecimento sobre a concentração do pólen é necessário para determinar se os tipos anemófilos foram agregados fortuitamente nos coprólitos ou consumidos intencionalmente com plantas medicinas ricas em pólen.

Muito se sabe sobre a farmacopeia indígena americana e brasileira (Gonzalez, 1965; Martius, 1939; Pardal, 1937; Vogel, 1973). Entretanto, a paleofarmacologia está, ainda, dando seus primeiros passos no que diz respeito ao uso pré-histórico de plantas medicinais (Chaves & Reinhard, 2006).

A PESQUISA PALEOAMBIENTAL NO BRASIL

Estudos paleoecológicos visando à reconstituição paleoambiental do Quaternário brasileiro por meio de palinomorfos vêm sendo desenvolvidos em diversas regiões do país. Assim, a existência de diferentes cenários e o desenvolvimento de uma variedade de paisagens levou a diversas teorias relacionadas à instalação da vegetação intertropical.

A partir do Holoceno, o desenvolvimento das vegetações tropicais, as migrações das espécies vegetais e, ao mesmo tempo, a expansão das vegetações secas do Brasil foram determinados tanto por fatores edáficos e climáticos como também por influências antrópicas (Ab'Saber, 1980).

A seguir apresentamos uma síntese de alguns trabalhos representativos sobre paleoclimas do território brasileiro.

A região Sul

Estudos palinológicos realizados em sedimentos de planície costeira em Capão do Leão (RS) revelaram mudanças na vegetação e um aumento de temperatura e umidade aos 6.700 anos AP. Por volta de 5.000 anos AP, verificou-se um máximo na elevação do nível do mar, seguido por um período de desenvolvimento de mata tropical paludosa semelhante à atual (Neves & Lorscheitter, 1997).

Behling (1998), em estudos realizados em Santa Catarina, pôde observar, para as áreas baixas da serra do rio do Rastro e da serra da Boa Vista, uma fase entre 14.000 e 10.000 anos AP de clima subtropical e evidências de geadas.

Nessas mesmas áreas, e em regiões baixas do morro da Igreja, o clima era tropical no período de 10.000 a 3.000 anos AP, e nas regiões mais altas o clima era seco e quente. Em Poço Grande, durante esse mesmo período, o clima também era tropical e pôde ser observada uma variação climática iniciada por um período seco aos 4.840–4.590 anos AP, passando por um aumento na umidade por volta de 4.590 a 4.260 anos AP, chegando a uma fase de grande umidade entre 4.260 e 3.525 anos AP. A partir dos 3.000 anos AP até os dias de hoje, estabeleceu-se o clima tropical nas regiões baixas. Entre 2.900 e 1.000 anos AP, na porção superior das serras e no morro da Igreja, pôde ser detectado um clima mais frio e úmido que o anterior, e dos 1.000 anos AP até a atualidade permanece frio, mas com aumento de umidade.

As análises de sedimentos coletados ao longo do rio Paraná revelaram uma fase seca de 40.000 a 8.000 anos AP, seguida de uma mais úmida entre 8.000 e 3.500 anos AP. Por volta de 3.500 a 1.500 anos AP, retornam as condições secas, para novamente aumentar a umidade a partir dos 1.500 anos AP, chegando às condições atuais (Stevaux, 1997).

Em estudos realizados na serra dos Campos Gerais, Behling (1997a, 1998) observou uma fase entre 12.480 e 9.660 anos AP de clima frio e seco com ocorrência de fortes geadas no inverno, nas regiões altas. Nos vales, no período de 9.660 a 2.850 anos AP, o clima era tropical com relativa umidade, com estações secas longas, o que provavelmente propiciou a expansão de *Araucaria* em área de vegetação de campo. Clima úmido com uma ocorrência de estação seca no período de 2.850 a 1.530 anos AP e, a partir daí, um aumento de umidade.

Estudos realizados por Behling, Coehn e Lara (2001) em São Francisco de Paula, na região Sul do Brasil, documentam um período entre cerca de 7.500 e 4.000 anos AP com clima marcadamente mais seco que o dos dias atuais. Por volta de 4.000 anos AP, condições climáticas mais amenas são observadas, com o aparecimento de vegetação de campo e áreas com instalação de floresta de araucária. A expansão da floresta está documentada desde 1.060 anos AP e a expansão de árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kentz, desde 850 anos AP. Hoje a região apresenta-se como campos de pastagens e floresta de araucária alterada.

Behling (2002) produz uma síntese interessante sobre a ocorrência de paisagens abertas do final do Quaternário para o sul e também para o sudeste do Brasil. O trabalho sustenta que em regiões atuais, cobertas pela floresta ombrófila mista, apresentando indivíduos de *Araucaria,* ocorreu uma expansão a partir de áreas ditas refúgios, ocupando áreas de campos. Esse processo tem sido relativamente recente, iniciado por volta de 4.000 anos AP.

A região Sudeste

Estudos realizados na bacia de São Paulo por Takiya e Ybert (1991) evidenciaram a presença de uma fase seca no período de 5.500 a 2.500 anos AP.

Para o médio vale do rio Paraíba do Sul (SP), Garcia (1994) sugeriu para o final do Pleistoceno um clima frio e seco, com chuvas irregulares e intensas, e mais úmido no alto das serras. Um clima quente e úmido é observado por volta dos 9.500 anos AP, com precipitações pluviométricas maiores que as atuais. Entre 9.500 e 8.000 anos AP, o clima passa a quente e seco e, na fase seguinte, de 8.000 a 6.400 anos AP, a mais frio e mais úmido.

Barros e colaboradores (1993), no município de Bananal (SP), na região do médio vale do rio Paraíba do Sul, encontraram situações semelhantes às atuais, úmidas, para o início do Holoceno. Em uma fase anterior ao Holoceno, o clima mais seco foi caracterizado pela ocorrência de elementos de vegetação aberta.

Barros (1996) sugere, para a mesma região, que a transição Pleistoceno-Holoceno seria marcada por uma instabilidade climática e vegetacional, com evidências de ambiente aberto, pantanoso/brejoso e com solos encharcados.

Observou-se, ainda, uma tentativa de instalação de cobertura vegetal com a presença de diversas espécies pioneiras, mas sem indícios de uma floresta densa.

Análises realizadas na região do morro de Itapeva (SP) por Behling (1997b, 1998) detectaram, entre 35.000 e 17.000 anos AP, a existência de um clima mais frio e seco do que o dos dias atuais. O clima permanece frio, porém mais seco, entre 17.000 e 10.000 anos e, na fase seguinte, por volta de 10.000 e 3.000 anos AP, mais quente e mais úmido na encosta leste, e quente e seco na parte mais elevada. Um aumento na umidade a partir dos 3.000 anos AP é verificado, com espécimes de *Araucaria* e *Podocarpus* em grande quantidade.

Luz (1997), analisando um testemunho retirado da lagoa de Cima (RJ), sugeriu uma fase quente e de relativa umidade no período anterior a 6.000 anos AP. A fase seguinte, nos 6.000 anos AP, o clima permanece quente, porém sazonalmente seco. Em torno dos 4.000 anos AP, documentou um aumento na umidade e, em seguida, o início de um período mais árido.

Na região do médio vale do rio Doce (MG), Ybert, Albuquerque e Turcq (1997) sugeriram, para o período entre 10.000 anos e 8.900 anos AP, um clima seco com registro de uma vegetação de cerrado, seguido por um período de maior umidade por volta dos 8.500 anos AP, evidenciado pela ocorrência de elementos de vegetação semidecídua e de galeria, além do desenvolvimento de um lago.

Chaves (1997), analisando depósitos de encostas no médio vale do Paraíba do Sul, também em Bananal (SP/RJ), identificou grãos de polens marcadores de transformações ambientais associadas a processos antrópicos no período do final do século XIX, época do auge da substituição das matas nativas pelas plantações de café.

As análises de sedimentos provenientes da lagoa Salgada (RJ) evidenciaram, entre períodos úmidos, uma fase seca por volta dos 2.500 anos AP (Toledo, 1998).

Em estudos realizados no lago do Pires (MG), Behling (1998) pôde sugerir cinco fases climáticas. Entre 9.720 e 8.810 anos AP, clima seco com poucas precipitações pluviométricas, seguido por um período de maior umidade por volta de 8.810 a 7.500 anos AP. Novamente foram encontradas as mesmas condições da primeira fase entre 7.500 e 5.530 anos AP e uma menos seca de 2.780 a 140 anos AP. A última fase, de 140 anos AP até o presente, foi caracterizada por desmatamento e uso do fogo atribuídos à presença humana na região.

Coelho (1999), analisando sedimentos retirados da baía de Sepetiba (RJ), observa quatro mudanças climáticas. A primeira, de 6.300 a 4.650 anos AP, caracterizada como uma fase úmida indicada por elementos de floresta ombrófila densa. Em seguida, por volta dos 4.650 a 1.350 anos AP, período mais seco evidenciado por expansão de vegetação aberta. De 1.350 a 45 anos AP, retornam as características de maior umidade, identificadas por um aumento dos elementos de mata. E a partir dos 45 anos AP até os dias atuais, características de ambiente mais seco foram atribuídas ao efeito estufa (diminuição artificial da umidade) e às mudanças ocorridas na vegetação devido ao desmatamento provocado pelo homem.

Barth e colaboradores (2004) e Barth, São-Thiago e Barros (2006) analisaram sedimentos da baía de Guanabara (RJ) datados de 4.210 e 1.760±50 anos AP, respectivamente. Para esse último trabalho, os autores atestam a existência de manguezais na época estudada.

A região Centro-Oeste (Planalto Central)

No Holoceno médio, a ação intensa do fogo muito contribuiu para a aparição da paisagem de 'cerrado' no Brasil. A instalação desse tipo de vegetação no Planalto Central brasileiro se deu principalmente devido à aridez na estação do verão e pelo fogo naquela região (Vernet *et al.*, 1994).

Em seus estudos, Ledru (1998) encontrou evidências de oscilações climáticas para a região do Planalto Central brasileiro, onde pôde ser reconhecido um período de clima mais ameno e mais úmido a 9.000 anos AP.

Análises palinológicas realizadas por Ribeiro (1994) revelaram, para a região de Brasília, uma fase inicial úmida e fria por volta de 25.790 e 23.380 anos AP. Entre 23.380 e 21.450 anos AP, foi verificado um aumento de umidade e um decréscimo na temperatura. Características de clima seco são encontradas na fase entre 21.450 e 7.220 anos AP e, a partir daí, observa-se o estabelecimento de uma fase mais úmida e quente, bastante semelhante à atual.

Análises palinológicas realizadas por Ferraz-Vicentini e Salgado-Labouriau (1996) e Salgado-Labouriau (1997) em Cromínia (GO), revelaram, para a região, no período anterior a 32.400 anos AP, uma vegetação semelhante à atual e um clima quente e semiúmido. No período entre 32.400 e 20.000 anos AP, a diminuição de tipos polínicos arbóreos e arbustivos foi atribuída a uma provável fase mais úmida e mais fria que o presente. Entre 18.500 e 11.300 anos AP, a redução na concentração dos palinomorfos sugere uma fase mais seca e talvez mais fria para o final do Pleistoceno. Essa condição climática perdurou também de 10.500 a 7.700 anos AP, com um pequeno aumento na temperatura.

Entre 6.680 e 3.500 anos AP, a recuperação da vegetação sugeriu um aumento na umidade. Análises polínicas em coprólitos animais retirados do sítio arqueológico de Santa Elina (MT), datados entre 2.000 e 4.000 anos AP, evidenciaram a existência de uma vegetação de transição (cerrado/cerradão) durante esse período (Chaves, 2000b).

As regiões Norte e Nordeste

Na região da Amazônia, análises palinológicas apresentadas por Martin e colaboradores (1993) indicaram a existência de quatro períodos de clima seco durante os últimos 60.000 anos. Para esses autores, as inúmeras oscilações climáticas seriam ocasionadas por fenômenos do tipo El Niño.

Ainda na Amazônia, trabalhos realizados por Sifeddine e colaboradores (1994) em palinologia e sedimentologia demonstraram que as flutuações observadas na vegetação, durante os eventos climáticos do início do Holoceno, persistiram durante o Holoceno recente, mas em menor intensidade.

Autores como Colinvaux (1996), Oliveira (1996) e Behling (1998), por meio de estudos palinológicos, sugeriram, para a região da floresta amazônica, um clima mais frio do que o dos dias atuais durante o período de 40.000 e 10.000 anos AP. Colinvaux, Oliveira e Bush (2000) rediscutem, para essa região, a existência pretérita de refúgios.

Nos estudos realizados por Behling (1996), a grande quantidade de partículas carbonizadas encontradas em sedimentos anteriores a 9.530 anos AP foi atribuída à presença humana na região amazônica.

Behling e Costa (2001), analisando o conteúdo palinólogico de sedimentos do lago Crispim (localizado no nordeste do estado do Pará) datados em 7.640 anos AP, observaram variações na vegetação próxima à área de estudo controladas pela oscilação do nível do mar. Ao longo do testemunho analisado, os registros sedimentológicos, palinológicos e elementos geoquímicos auxiliaram na interpretação da composição florística controlada pela regressão e transgressão marinha, evidenciada pelo avanço e recuo de manguezais e momento de instalação de vegetação de palmeiras. A presença de partículas carbonizadas, durante o Holoceno tardio, foi interpretada como antrópica na região costeira.

Estudos realizados por Behling, Coehn e Lara (2001) permitiram, mediante a análise palinológica de três testemunhos sedimentológicos, avaliar as mudanças e a dinâmica do ecossistema de manguezal na península de Bragança, região costeira do nordeste do estado do Pará. A vegetação de mangue iniciou sua instalação em momentos diferentes nos três sítios analisados: 5.120 anos AP em Campo Salgado, 2.170 anos AP em Bosque de Avicennia e 1.440 anos AP em Furo do Chato, caracterizando o Holoceno médio na península de Bragança por apresentar suas áreas mais elevadas cobertas por manguezais. A mudança de manguezal para vegetação de maré nessas áreas mais altas por volta de 420 anos AP foi interpretada como um avanço natural do nível do mar, e não como resultado de atuação humana.

Sifeddine e colaboradores (2003), analisando um testemunho retirado da lagoa do Caço (MA), observaram altas frequências *Podocarpus* ao final do Pleistoceno, maiores do que nos dias atuais. O aumento de *Podocarpus*, seguido de sucessivos aumentos de várias espécies pioneiras tais como *Didymopanax*, *Melastomataceae/Combretaceae* e *Cecropia*, sugere um progressivo aumento de umidade e condições frias no clima.

Para a região Nordeste, os dados paleoclimáticos são ainda raros. Estudos realizados por Guerin e colaboradores (1993), Chaves (1994) e Chaves e Renault-Miskovisky (1996) documentam a existência de uma fase úmida regional no final do Pleistoceno e entre 9.000 e 7.000 anos AP.

Os resultados obtidos por Chaves e Renault-Miskovsky (1996), com base na análise polínica de coprólitos animais, forneceram dados que permitiram esboçar um quadro paleoclimático e paleoambiental da região de São Raimundo Nonato (PI). O autor sugere, entre 8.700 AP e 7.000 AP, a atenuação da última crise árida holocênica. Àquela época, a paisagem da região de São Raimundo Nonato era muito diferente da que conhecemos atualmente, com uma vegetação do tipo cerrado-cerradão. Esses registros revelam também a existência de um clima ligeiramente mais frio e menos seco do que o atual.

Um dos poucos trabalhos específicos sobre paleoambiente no Ceará ocorreu na área costeira a 90 km de Fortaleza. Foram analisados polens em sedimentos marinhos, onde se constataram episódios glaciais e mudanças climáticas.

Análises palinológicas realizadas em turfeiras por Oliveira Barreto & Suguio (1999), datadas em 10.990±80 anos AP, forneceram uma história de mudanças na vegetação e no clima do vale do rio Icatu, na região central do rio São Francisco.

O perfil palinológico da localidade Saquinho (nesse vale) pode ser dividido em cinco zonas. A primeira, denominada zona SA1, correspondente ao período de 10.990 a 10.540 anos AP, apresentou pólen de *taxa* encontrados atualmente nas florestas amazônica e atlântica, assim como *taxa* de montanha, sugerindo condições climáticas úmidas e temperaturas mais reduzidas. Entre 10.540 e 6.790 anos AP (zona SA2), o domínio do tipo polínico *Mauritia* e *Ilex* sugere um aquecimento progressivo e altos níveis de umidade. De 8.910 a 6.790 anos AP, apresentou-se um progressivo declínio nos *taxa* de floresta e um aumento gradual de *taxa* de caatinga e cerrado na paisagem. No período de 6.790 a 6.230 anos AP (zona SA3), não foram encontrados palinomorfos, o que foi atribuído a condições de semiaridez. O período de 6.320 a 4.535 anos AP (zona SA4) é marcado pelo retorno de *taxa* de floresta de galeria, caatinga e de cerrado, indicando condições climáticas mais úmidas. E, por fim, a zona SA5, de 4.535 anos AP até os dias atuais, registra a estabilização do clima e vegetação atuais.

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PÓLEN EM MATERIAL ARQUEOLÓGICO

Amostras de sedimentos selecionadas para análises palinológicas recebem tratamento químico conforme especificado a seguir.

1. Colocar 2,0 cm^3 de sedimento em um Becher de 100 ml com adição de 50 ml de água destilada para dissolução deste material.
2. Tamisagem do material em uma malha de 200 μm, para retirada de restos vegetais, areias e outros materiais, com posterior adição de duas pastilhas de esporo exótico (*Lycopodium* – cada uma com 12.100 esporos, para cálculo posterior da frequência absoluta dos palinomorfos – Stockmarr, 1971).
3. Transferência do material solubilizado para tubos plásticos de centrífuga para descarte da água.
4. Adição de HF (ácido fluorídrico) a 40%, para eliminação dos silicatos, com repouso de 24 horas (repetição desta etapa quando necessário).
5. Adição de HCl (ácido clorídrico) a 50%, para eliminação dos fluossilicatos formados na reação anterior; fervura por 15 minutos.
6. Adição de KOH (hidróxido de potássio) a 10% para eliminação dos elementos vegetais indesejáveis.
7. Adição de CH_3COOH (ácido acético), para desidratação do material (repetição desta etapa).
8. Adição de 5 ml da mistura para acetólise: 4,5 ml de HOOC-COOH P.A. (anidrido acético) e 0,5 ml de H_2SO_4 P.A. (ácido sulfúrico), para dissolução de parte da matéria orgânica, em especial da celulose, e acetilação da exina (Erdtman, 1952), fervura por 4 minutos.
9. Lavagem do material contido no tubo com 10 ml de água destilada (repetição desta etapa).
10. Adição de 5 ml de $ZnCl_2$ (cloreto de zinco), para separação dos palinomorfos do material restante, com transferência do sobrenadante com palinomorfos para outro tubo de centrífuga (esta é a única etapa em que o sobrenadante é aproveitado).
11. Adição de HCl (ácido clorídrico) a 10%, para possibilitar a sedimentação dos palinomorfos, recuperando-os.
12. Lavagem do material contido no tubo com 10 ml de água destilada (repetição desta etapa).
13. Adição de água glicerinada (1:1), repouso por 30 minutos, para a posterior montagem das lâminas.
14. Confecção das lâminas permanentes com gelatina glicerinada (Kisser, 1935 *apud* Erdtmanm, 1952).

Obs: ao fim de cada etapa, centrifuga-se por 5 minutos (na velocidade de 1500 rpm) e despreza-se o sobrenadante, exceto na fase do cloreto de zinco.

A seguir, apresentam-se alguns exemplos de resultados em lâminas preparadas com a técnica descrita. Na Figura 1, pode-se ver o pólen de batata-doce, obtido em um sítio de Mato Grosso, Brasil, com datação de 2.000 anos.

Figura 1 – Pólen de batata-doce *Ipomoea batatas* (x 1.000), proveniente de sedimentos arqueológicos datados de 2.000 AP (antes do presente) do sítio de Santa Elina (MT)

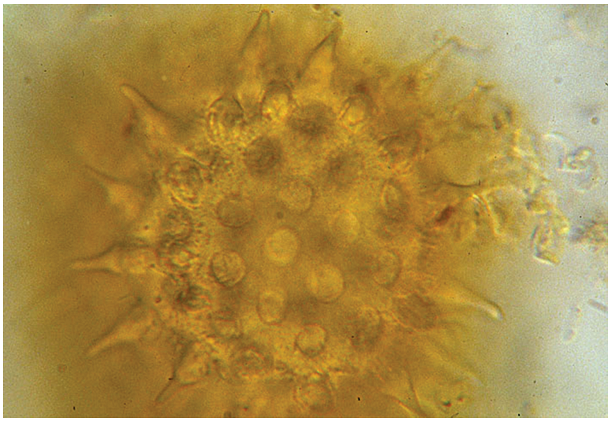


Foto Sérgio de Miranda Chaves.

Na Figura 2, porém, está um fitólito em microscopia eletrônica de varredura, e na Figura 3, pólen da região arqueológica do sudeste do Piauí, ambos com datação de cerca de 8.000 anos.

Figuras 2 e 3 – Fitólito de Poaceae e pólen de *Justicia* sp. (Acanthaceae) (x 1.000) provenientes de sedimentos da lagoa Quari (PI), datados de 8.770±55 anos

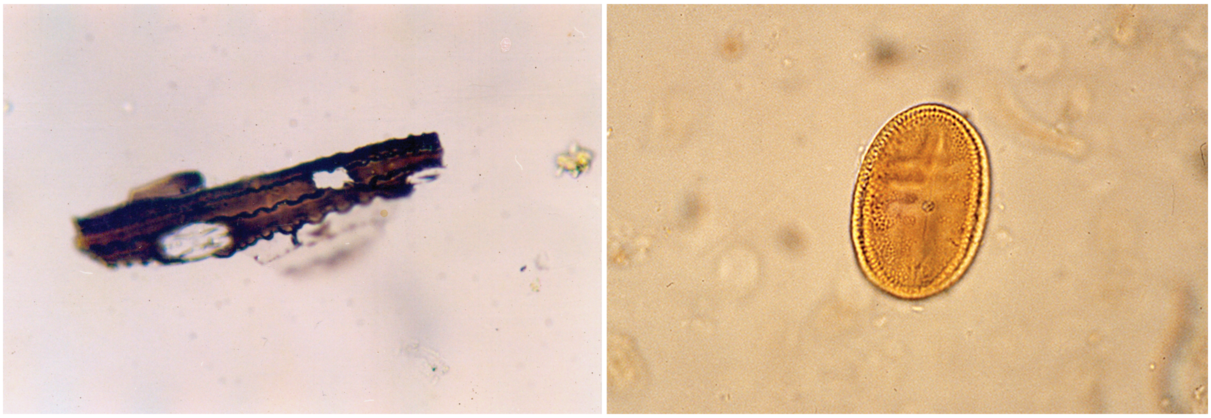


Foto Sérgio de Miranda Chaves.

A Figura 4 mostra outro fitólito da mesma região do Piauí, cuja identificação ainda não foi possível.

Figura 4 – Fitólito não identificado (x 400) proveniente de sedimentos da lagoa Quari (PI) datados de 8.770 ± 55 anos

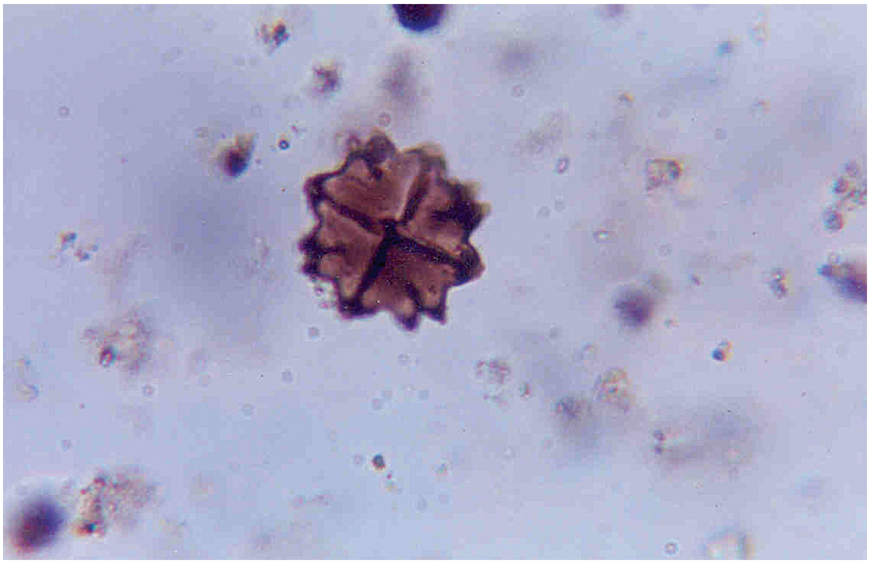


Foto Sérgio de Miranda Chaves.

Nas Figuras 5 e 6, estão grãos de pólen recentes, cuja morfologia é bem característica e de fácil diagnóstico.

Figura 5 – *Bauhinia* sp. (pólen recente), vista polar (x 400)

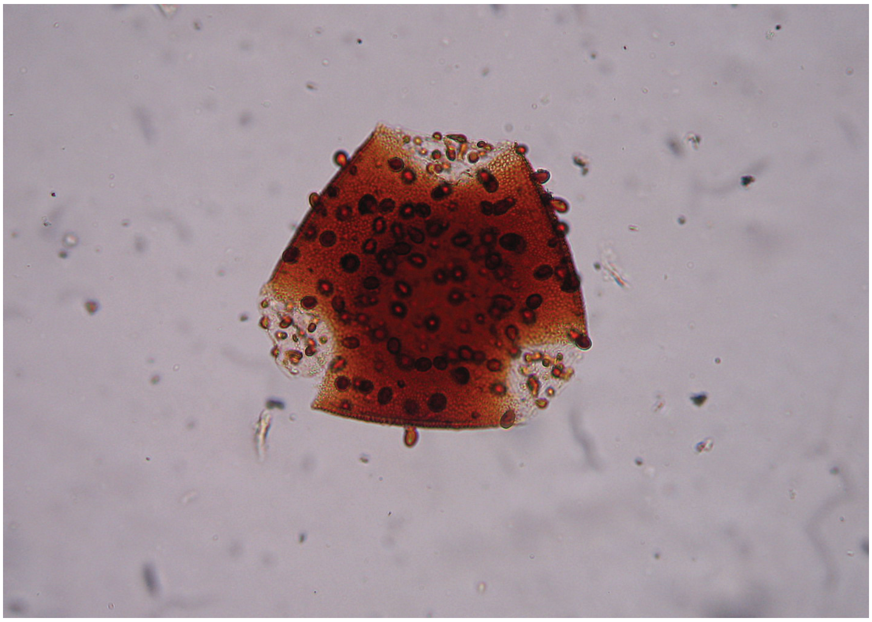


Foto Sérgio de Miranda Chaves.

Figura 6 – *Zea mays* (pólen recente) (x 400)

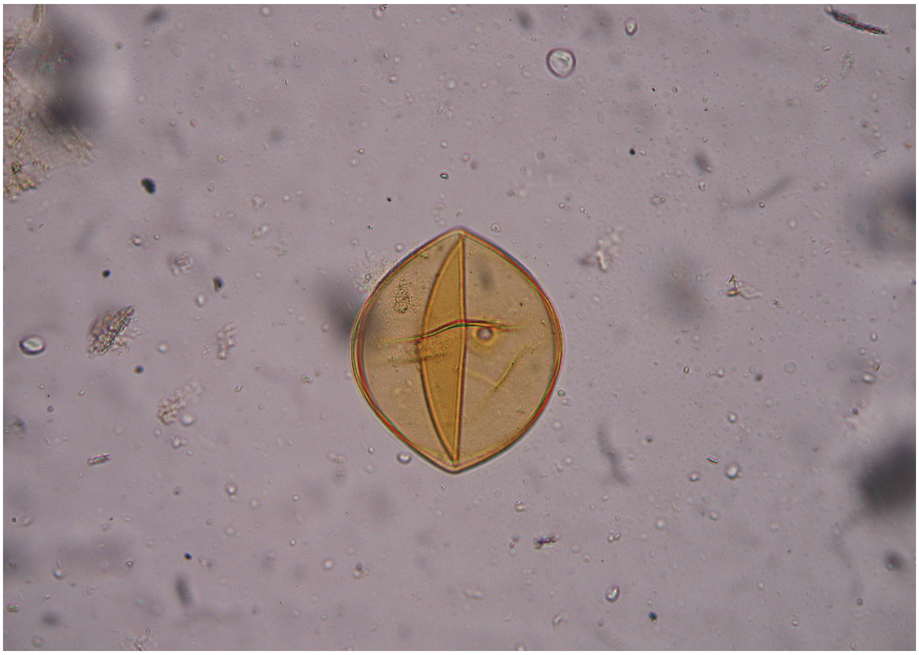


Foto Sérgio de Miranda Chaves.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Craton e Intracraton*, 3: 1-18, 1980.

ALEXANDRE, A. *Phytolithes, Interactions sol-plante et Paléoenvironnements*, 1996. Thèse de Doctorat, Marseille: Université de Droit, Économie et des Sciences d'Aix-Marseille III.

ALEXANDRE, A.; COLIN, C. & MEUNIER, J. P. Les phytolithes, indicateurs du cycle biogéochimique du silicium en forêt équatoriale. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences*, *Paris*, série II, 319: 453 -458, 1994.

ARAÚJO, A. J. G.; RANGEL A. & FERREIRA, L. F. Climatic change in Northeastern Brazil paleoparasitological data. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 88(4): 577-579, 1993.

ARAÚJO, A. *et al*. Hookworms and the peopling of America. *Cadernos de Saúde Pública*, 2(4): 226-233, 1988.

ARAÚJO, A. *et al.* Ten thousand years of head lice infection. *Parasitology Today*, 16: 269, 2000.

BARROS, M. A. *Estudos Palinológicos na Região de Bananal, São Paulo: Reconstrução Paleoambiental no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul*, 1996. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARROS, M. A. *et al.* Estudos palinológicos na avaliação das transformações ambientais recentes em áreas degradadas: médio vale do rio Paraíba do Sul, Bananal (SP/RJ). *In*: CONGRESSO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, V, 1993, São Paulo.

BARTH, O. M.; SÃO-THIAGO, L. E. U. & BARROS, M. A. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years B.P. old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 78(2): 227-229, 2006.

BARTH, O. M. *et al.* P. Pollen record and paleoenvironment of a 4210 years B.P. old sediment in the Bay of Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76: 549-551, 2004.

BEHLING, H. First report on new evidence for the occurrence of Podocarpus and possible human presence at the mouth of the Amazon during the Late-glacial. *Vegetation History Archeobotany*, 5(3): 241-246, 1996.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), South Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97: 109-121,1997a.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro do Itapeva, SE, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129: 407-422, 1997b.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetacional and climatic changes in Brasil. *Review of Paleobotany and Palynology*, 99: 143-156, 1998.

BEHLING, H. South and Southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 177: 19-27, 2002.

BEHLING, H. & COSTA, M. L. Holocene vegetational and coastal environmental changes from the Lago Crispim record in north eastern Pará State, Eastern Amazonia. *Review of Palaeobotany and Palynology,* 114: 145-155, 2001.

BEHLING, H.; COEHN, M. C. L. & LARA, L. J. Studies on Holocene mangrove ecosystem dynamics of the Bragança Peninsula in north-eastern, Pará, Brasil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 167: 225-242, 2001.

BOUCHET, F. *et al.* Parasite remains in archaeological sites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(I): 47-52, 2003.

CARRIÓN, J. S. *et al*. Perspectivas del análisis polínico de coprolitos y otros depósitos biogénicos útiles en la inferencia paleoambiental. *Miscelánea en Homenaje a Emiliano Aguirre: Paleontología.* Alcalá de Henares: Museo Arqueológico Regional, 2004.

CHAME, M. *Estudo Comparativo das Fezes e Coprólitos Não Humanos da Região Arqueológica de São Raimundo Nonato, Sudeste do Piauí*, 1988. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHAVES, S. A. M. *Étude Palynologique des Coprolithes Humains Recueillis sur le Site 'Pedra Furada', Piauí (Brésil) : interprétations paléoethnologiques et paléobotaniques*, 1994. Mémoire de D.E.A, Paris: Museum National d'Histoire Naturelle.

CHAVES, S. A. M. Metodologia utilizada para a extração de grãos de pólen de coprólitos humanos: um estudo comparativo. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, 6: 394-395, 1996.

CHAVES, S. A. M. Données palynologiques d'un millieu végétal dégradé dans la Vallée Moyenne du Rio Paraíba do Sul, Brésil. *Quaternaire*, 8(1): 49-54, 1997.

CHAVES, S. A. M. Pólen decifra hábito e vegetação da pré-história. *Ciência Hoje*, encarte especial, 2000a.

CHAVES, S. A. M. New paleovegetational and paleoethnobotanical perspectives on Brazil's Central Plateau: a palynological proposal. *Revista da Universidade de Guarulhos*, n. esp: 164-167, 2000b.

CHAVES, S. A. M. & BRANCAGLION, A. JR. Pollen Analysis from the resin used for embalming a mummy from the Roman period of I century b.C. Museu Nacional (MN/UFRJ). Brazil. *Journal of Biological Research*, 80(I): 139-140, 2005.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. J. Paleopharmacology and pollen: theory, method, and application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, supl. 1(98): 207-211, 2003.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. J. Critical analysis of coprolite evidence of medicinal plant use, Piauí, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 110 -118, 2006. (Special issue on 'Advances in the interpretation of pollen and spores in coprolites', ed. Owen K. Davis)

CHAVES, S. A. M. & RENAULT-MISKOVSKY, J. Paléoethnologie, paléoenvironnement et paléoclimatologie au Piauí, Brésil: apport de l'étude pollinique de coprolithes humains recueillis dans le gisement préhistorique Pléistocène de 'Pedra Furada'. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences*, série IIa, 322: 1.053-1.060, 1996.

COELHO, L. G. *Variações Climáticas e do Nível do Mar na Região da Baía de Sepetiba (RJ) nos Últimos Seis Mil Anos: um registro palinológico*, 1999. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

COLINVAUX, P. A. A long pollen record from lowland Amazonia Forest and cooling in glacial times. *Science*, 274: 85-87, 1996.

COLINVAUX, P. A.; OLIVEIRA.; P. A. & BUSH, M. B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: the failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews*, 19: 141-169, 2000.

ERDTMAN, G. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy: angiosperms*. Estocolmo: Almquist and Wiksell, 1952.

FAEGRI, K. & IVERSEN, J. *Text Book of Modern Pollen Analysis*. Copenhague: Ejanar Munkasgaard, 1950.

FAEGRI, K. & IVERSEN J. *Textbook of Pollen Analysis*. New York: John Wiley and sons, 1989.

FERRAZ-VICENTINI, K. R. & SALGADO-LABOURIAU, M. L. Palynological anallysis of a palm swamp in Central Brazil. *Journal of South America Sciences*, 9(3-4): 207-219, 1996.

FERREIRA, L. F. *et al.* Encontro de ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos datados de 7.230±80 anos, Piauí, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 59: 280 -281, 1987.

GARCIA, M. J. *Palinologia de Turfeiras Quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul*, 1994. Tese de Doutorado, São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade do Estado de São Paulo.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: supl. 1: 103-118, 2003.

GONZALEZ, G. La medicina guarani-tupi precolonial. *Revista del Ateneo Paraguayo*, 1: 1, 1965.

GUÉRIN, C. *et al.* Paléoenvironnement pléistocène dans l'aire archéologique de São Raimundo Nonato (Piauí-Brésil): apport des mammifères et des oiseaux. *Documents Laboratoire Géologie Lyon*, 125: 187-202, 1993.

GUIDON, N. *et al*. Le plus ancien peuplement de l'Amérique: le Paléolitique du Nordeste brésilien. *Bulletin de la Societé de Préhistoire Française*, 91(4-5): 246-250, 1994.

JONES, L. H. & HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. *Advances Agriculture*, 19: 107–149, 1967.

LEDRU, M.-P. Late Quaternary enviromental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, 39: 90-98, 1998.

LESSA, A. & GUIDON, N. Osteobiographic analysis of skeleton I, Sítio Toca dos Coqueiros, Serra da Capivara National Park, Brazil, 11,060 BP: First results. *American Journal of Physical Anthropology*, 118: 99-110, 2002.

LIMA RIBEIRO, M. S. & BARBIERI, M. Análise palinológica: fundamentos e perspectivas na pesquisa arqueológica. *Habitus*, 3: 261-290, 2005.

LUZ, C. F. P. *Estudo Palinológico dos Sedimentos Holocênicos da Lagoa de Cima, Município de Campos, Norte do Estado do Rio de Janeiro*, 1997. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MARTIN, G. *Pré-história do Nordeste do Brasil*. Recife: Editora Universitária, 1996.

MARTIN, L. *et al.* Southern oscillation signal in South American palaeoclimatic data of the last 7, 000 years. *Quaternaire Research*, 39: 338-346, 1993.

MARTIUS, C. F. P. *Natureza, Doenças e Remédios dos Índios Brasileiros*. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1939.

MULHOLLAND, S. C. Phytoliths shape frequencies in North Dakota grasses: a comparision to general patterns. *Journal of Archaeological Science*, 16: 489-511, 1989.

NEVES, P. C. P. & LORSCHEITTER, M. L. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa na planície costeira sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO E REUNIÃO SOBRE O QUATERNÁRIO DA AMÉRICA DO SUL, 6, 1997, Curitiba.

OLIVEIRA, P. E. Glacial cooling and forest desequilibrium in Western Amazonia. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 68(1): 129-138, 1996.

OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F. & SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the Middle São Francisco River. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 152(3-4): 319-337, 1999.

ORTIZ DE MONTELLANO, B. Empirical Aztec medicine. *Science*, 188: 215-220, 1975.

PARDAL, R. *Medicina Aborigen Americana*. Buenos Aires: Humanior, 1937.

PEARSALL, D. M. *Paleoetnobotany: a handbook of procedures*. San Diego: Academic Press, 1989.

PEARSALL, D. M. & PIPERNO, D. R. Antiquity of maize cultivation in Ecuador: summary and re-evaluation of the evidence. *American Antiquity*, 55: 324-337, 1990.

PIPERNO, D. R. The status of phytolith analysis in the American tropics. *Journal World Prehistory*, 5: 155-191, 1991.

PUTMAN, R. J. Facts from faeces. *Mammal Revue*, 14: 79-97, 1984.

REINHARD, K. J.; CHAVES, S. A. M. & IÑIGUEZ, A. Evaluating chloroplast DNA in prehistoric Texas coprolites: medicinal, dietary, or ambient ancient DNA? *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.748-1.755, 2008.

REINHARD, K. J.; HAMILTON, D. L. & HEVLY, R. H. Use of pollen concentration in paleopharmacology: coprolite evidence of medicinal plants. *Journal of Ethnobiology*, 11: 117 -134, 1991.

REINHARD, K. J.; MROZOWSKI, S. A. & ORLOSKI, K. A. Privies, pollen, parasites and seeds, a biological nexus in historic archaeology. *Journal MASCA*, 4: 31-36, 1986.

REINHARD, K. J. *et al*. American hookworm antiquity. *Medical Anthropology*, 20: 97-101, 2001.

RENAULT-MISKOVSKY, J. & PETZOLD, M. *Spores et Pollen*. Paris: Éditions Delachaux et Niestlé, 1992.

RIBEIRO, M. B. *Paleovegetação e Paleoclima no Quaternário Tardio da Vereda de Águas Emendadas - DF*, 1994. Dissertação de Mestrado, Distrito Federal: Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

RILEY, T. J. Ascarids, American indians and the modern world: parasites and the prehistoric record f a pharmacological tradition. *Perspectives Biological Medicine*, 36: 369-375, 1993.

ROBERTS, N. *The Holocene*. Oxford, Cambridge: Blackwell, 1994.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. A dry climattic event during the Late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Paleobotany and Palynology*, 99: 115-129, 1997.

SEARS, P. B. Fossil Maize pollen in Mexico. *Science*, 216: 932-934, 1982.

SIFEDDINE, A. *et al*. La sédimentation lacustre indicateur de changements des paléoenvironnements au cours des 30 000 dernières années (Carajás, Amazonie, Brésil). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Paris*, série II, 318: 1645–1652, 1994.

SIFEDDINE, A. *et al*. A 2100 cal years paleoclimatic record from Caço Lake, Northern, Brazil: evidence from sedimentary and pollen analyses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 189: 25-34, 2003.

SOBOLIK, K. D. & GERIK, D. J. Prehistoric medicinal plant usage: a case study from coprolites. *Journal of Ethnobiology*, 12: 203-211, 1992.

SOBOLIK, K. D. *et al*. Sex determination of prehistoric human paleofeces. *American Journal of Physical Anthropology*, 101: 283 -290, 1996.

STEVAUX, J. C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the upper Paraná river and their correlation with northeastern Argentina and Central and Southern Brazil. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO E REUNIÃO SOBRE O QUATERNÁRIO DA AMÉRICA DO SUL, 6: 1997, Curitiba.

TAKIYA, H. & YBERT, J.-P. Evidência palinológica de uma fase climática seca durante o Holoceno na bacia de São Paulo. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2: 1991, São Paulo.

TOLEDO, M. B. *Evolução Ambiental da Lagoa Salgada, Sudeste do Brasil, com Base em Estudos Palinológicos*, 1998. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense

VERNET, J. L. *et al*. Feux, climats et végétations au Brésil central durant l'Holocène: les données d'un profil de sol à charbons de bois (Salitre, Minas Gerais). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Paris*, série II, 319: 1.391-1.397, 1994.

VOGEL, V. J. *American Indian Medicine*. New York: Ballantine Books, 1973.

WATERS, M. R. & STAFFORD, J. R. Redefining the age of Clovis: implications for the peopling of the Americas. *Science*, 315: 1.123-1.124, 2007.

WODEHOUSE, R. P. *Pollen Grains*. New York: Macgraw Hill Book, 1935.

YBERT, J.-P.; ALBUQUERQUE, A. L. S. & TURCQ, B. Evolução paleoclimática e paleoambiental na região do Vale Médio do Rio Doce (Minas Gerais, Brasil). *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO E REUNIÃO SOBRE O QUATERNÁRIO DA AMÉRICA DO SUL, 6, 1997, Curitiba.

15

Diagnóstico Paleoparasitológico

Martín H. Fugassa

O surgimento da paleoparasitologia, no início do século XX, deu-se pelos estudos de microscopia óptica. Ainda que numerosas ferramentas tenham sido incorporadas posteriormente, a microscopia óptica segue como o meio mais difundido para exame paleoparasitológico e para o estudo de microfósseis.

Ao longo de quase cem anos de história, a paleoparasitologia progrediu significativamente, em parte pela adoção e adaptação de diversas metodologias desenvolvidas em outras disciplinas, tais como a parasitologia clínica e a biologia molecular. Porém, as dificuldades próprias dos materiais arqueológicos requerem que se continue a aperfeiçoar os métodos e que se introduzam outros novos.

Nos próximos anos, a magnitude de aportes com que a paleoparasitologia venha a contribuir com os estudos paleoecológicos e antropológicos dependerá, em grande parte, do incremento no número de amostras examinadas. Desse modo, é necessário multiplicar a diversidade de fontes de evidência para além das convencionais, como coprólitos e tecidos mumificados. Para que isso seja possível, paralelamente, é preciso ampliar a disponibilidade de métodos e técnicas potentes que permitam recuperar a informação parasitológica. A seguir, descrevem-se diversas metodologias e técnicas aplicadas em paleoparasitologia, alguns ainda na fase experimental.

DISCUSSÕES SOBRE AMOSTRAGEM

Nos enteroparasitos, denominação que corresponde a helmintos e protozoários, parasitos que se encontram no sistema gastrointestinal, comumente há liberação de ovos ou outras formas de dispersão com as fezes. Existem também helmintos parasitos do trato respiratório que se dispersam pela passagem de ovos ao sistema digestivo do hospedeiro ao serem transportados com muco, como *Eucoleus aerophillus* e *Metastrongylus* sp. (Miyazaki, 1991).

Coprólitos e diversos sedimentos arqueológicos representam a fonte de evidência mais clara no estudo paleoparasitológico de enteroparasitos, ao passo que os tecidos mumificados e ósseos associam-se, em geral, aos estudos paleopatológicos e de parasitos teciduais.

Independentemente de sua natureza, as amostras destinadas aos estudos paleoparasitológicos devem ser extraídas e manipuladas em condições assépticas. Isso se deve ao fato de que os estudos de microfósseis, tanto moleculares como ópticos, implicam certo risco de contaminação com fontes atuais e antigas. Portanto, o desenho da amostra, além de considerar os aspectos estatísticos necessários, deve levar em conta as condições de assepsia sob as quais se deve proceder.

A seguir, enumeram-se algumas recomendações gerais para a lida com as amostras em trabalho de campo:

- Devem-se empregar recipientes estéreis, herméticos e resistentes.
- Devem-se utilizar instrumentos (colheres, espátulas, pinças, bisturi etc.) novos estéreis e, preferivelmente, descartáveis.
- Dependendo das condições de amostragem, no campo ou em laboratório, e do tipo de amostra, é preciso usar touca e máscara para proteção do rosto e cabelo. Durante as escavações, deve-se usar luvas sem talco (para evitar contaminação de amido, o que pode influir no diagnóstico de uso de milho pelo grupo pré-histórico), pelo menos durante a retirada das amostras para exame paleoparasitológico e, especialmente, de restos alimentares.
- A retirada de amostras deve ser realizada no menor tempo possível, evitando-se deixar descoberta a área a ser amostrada durante períodos prolongados. Deve-se evitar a retirada de amostras sob condições climáticas adversas, como vento ou chuva intensos.
- Tanto em campo como nos museus ou outras instituições onde se encontrem coleções arqueológicas, é preciso que o equipamento para coleta e as amostras obtidas estejam em recipiente limpo, hermético, específico para este fim.
- É conveniente que ao menos uma subamostra, em cada caso, possa ser mantida refrigerada a 0ºC para estudos moleculares (Alena Iñiguez, com. pess.).

Do ponto de vista estatístico, a obtenção de amostras de coprólitos e sedimentos requer um desenho prévio. Esse desenho deve ser realizado cuidadosamente a fim de refletir, de modo aproximado, as propriedades da população amostral sobre a qual se pretende obter inferências. Para extrair as amostras de sedimentos ou coprólitos a estudar, devem-se considerar a distribuição espacial dos restos parasitários e sua densidade. A esse respeito, é possível estabelecer algumas hipóteses básicas: 1) coprólitos contêm maior quantidade de parasitos do que sedimentos livres, com exceção de depósitos de latrinas; 2) a distribuição de parasitos nos coprólitos pode não ser aleatória e 3) a distribuição de parasitos dentro de um setor particular da unidade estratigráfica é aleatória ou podem-se tomar precauções para que a distribuição aleatória ocorra. Esses pressupostos implicam estabelecer pautas de amostragem diferentes para sedimentos livres e para coprólitos e outras concreções.

Amostragem em coprólitos

Antes de extrair amostras para estudo de microfósseis, devem-se examinar e descrever os coprólitos macroscopicamente. Esse procedimento é útil não somente para identificá-los, mas também para diagnóstico de pelos, penas, fragmentos ósseos, ou qualquer outro resto proveniente da dieta do indivíduo e que poderiam se associar a parasitos.

Além disso, a observação macroscópica permite obter dados tafonômicos sobre o estado de preservação da amostra, como a presença de fungos ou perfurações resultantes de insetos escatófagos.

Para interpretar a distribuição de frequências de parasitos encontrados em coprólitos, é necessário indagar sobre os fenômenos que permitiram ou inibiram sua preservação ao longo do tempo. Os estudos morfométricos sobre

coprólitos da fauna silvestre permitiram obter critérios para identificação zoológica dos coprólitos (Chame, 1988), enquanto diversos estudos experimentais têm colaborado na avaliação dos efeitos da dessecação e reidratação sobre as dimensões dos restos parasitários (Confalonieri, 1988b; Araújo, 1988).

Em amostras atuais, Martín e Beaver (1968) demonstraram que as partículas que entram no trato digestivo misturam-se uniformemente com as fezes à altura do colo superior ou pouco antes. De forma similar, Ye e colaboradores (1997) encontraram distribuição uniforme para ovos de *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* no interior e na superfície de fezes humanas atuais. Portanto, pode-se esperar que os ovos de parasitos que vivem na parte superior do intestino, assim como parasitos que se encontram em animais ingeridos como alimento, se distribuam uniformemente na massa fecal. Porém, as espécies parasitárias com localização distal no sistema digestivo, como *Enterobius vermicularis* e os cestoides que liberam proglotes contendo ovos em seu interior, podem estar majoritariamente na superfície dos coprólitos.

Consequentemente, em coprólitos e concreções encontradas em sedimento pélvico – ditos enterólitos – é útil obter uma amostra de superfície e outra de seu interior (Fugassa, 2006). Desse modo, em virtude da possibilidade de os restos parasitários estarem agregados, é conveniente tomarem-se pequenas quantidades de diversas localizações, tanto da superfície como do interior do coprólito.

Usualmente, realiza-se o exame paleoparasitológico somente sobre partes do coprólito, o que resulta, em geral, no achado de um número escasso de ovos (Confalonieri *et al.*, 1988b). Portanto, as condições de conservação dos restos parasitários varia notavelmente entre sítios arqueológicos e entre grupos taxonômicos de parasitos, o que redunda em um número escasso de parasitos presentes ou que conservam estruturas de valor taxonômico para sua identificação.

O tamanho dos coprólitos pode variar muito, o que requer estratégias de amostragem diferenciadas. Como mencionado, os parasitos podem ser encontrados tanto no interior como na superfície da amostra, ou se concentrarem em uma dessas partes. Mesmo assim, tanto no interior como na superfície, os restos parasitários podem estar distribuídos de modo agregado como resultado de processos tafonômicos diferenciados. Poder-se-ia sugerir que a melhor estratégia seria examinar todo o coprólito, mas isso impede que se possam realizar estudos futuros, como aplicação de técnicas de biologia molecular e pesquisa de outros microfósseis na mesma amostra.

Como consequência, a estratégia sugerida é tomar uma pequena amostra da superfície e outra do interior, de cerca de 0,5-1,5 g cada uma, constituídas de numerosas subamostras representativas de todo o coprólito. Excepcionalmente, em coprólitos muito grandes como os da megafauna, pode ser conveniente um desenho que inclua retirar mais amostras e de tamanho maior (Fugassa, 2006).

Assim, como será detalhado aqui para sedimentos livres, os coprólitos também requerem controles para interpretação adequada da informação parasitológica recuperada. A obtenção de subamostras da superfície do coprólito pode funcionar como controle para a amostra interna, supostamente pouco perturbada. De forma ideal, o sedimento do contexto do coprólito (cerca de 4 cm ao redor) seria de grande utilidade como controle. Já o sedimento retirado por baixo do coprólito pode servir para avaliar se houve migração vertical de restos parasitários, carreados por água ou outros líquidos (Dommelier-Espejo, 2001).

Amostragem de sedimentos

Até o momento, os objetos de estudo mais empregados em paleoparasitologia têm sido os coprólitos e enterólitos (Reinhard *et al.*, 1988). Porém, a análise paleoparasitológica de sedimentos pode ajudar a clarificar o uso de depósitos

tais como latrinas, lixeiras, silos etc. (Bouchet, 1995). O uso de provas parasitológicas como indicadoras do uso do espaço em arqueologia foi proposta inicialmente por Pike (1968).

Os primeiros estudos paleoparasitológicos em latrinas e poços foram realizados por Taylor em meados do século XX (Fernandes *et al*., 2005) e numerosos estudos foram efetuados sobre outros sedimentos livres. Especificamente, os antecedentes para o estudo de sedimentos arqueológicos contam com os registros em latrinas e outros solos de ocupação humana (Bouchet, 1995; Bouchet *et al*., 1999, 2002; Fernandes *et al*., 2005; Fugassa & Barberena, 2006; Moore, 1981; Pike, 1968; Taek Han *et al*., 2003), sambaquis (Bathurst, 2005), vasilhas e recipientes diversos (Harter *et al*., 2003) e em esqueletos (Aspock, Auer & Picher, 1996; Bouchet *et al*., 2001; Dittmar & Teejen, 2003; Fugassa, Araújo & Guichón, 2006).

Em geral, os sedimentos livres pressupõem maior dispersão e exposição à deterioração dos parasitos, com baixa probabilidade de se encontrarem parasitos (Confalonieri *et al*., 1988b). Por exemplo, os sedimentos arenosos da estepe patagônica implicam grau maior de complicação, como a percolação e estresse hídrico e térmico dos restos parasitários (Fugassa, 2006). Esses eventos tafonômicos afetam a expectativa paleoparasitológica e devem constar no desenho de amostragem dos sedimentos, tanto os provenientes de esqueletos como aqueles representativos do solo arqueológico.

Os vestígios de parasitos dentro da amostra de sedimentos (por exemplo, aqueles provenientes do sacro) podem estar distribuídos de forma aleatória, uniforme ou agregada. Definir a que distribuição correspondem os vestígios permitirá estabelecer uma programação de amostragem. O encontro de concreções de matéria fecal maiores do que 1 mm de diâmetro por Jones (1990), durante as escavações realizadas entre 1983 e 1987 em York, Inglaterra, poderia sugerir contaminação ou agregação na amostra. Porém, isso dependerá do tamanho da unidade de amostra selecionada, assim como do tamanho das concreções. Por exemplo, quando se extrai uma amostra de 10 g, a unidade de amostragem é muitas vezes superior a essas concreções, e definitivamente se comportaria como uma distribuição aleatória. Para assegurar que a amostra seja aleatória, primeiramente deve-se homogeneizá-la.

Antes da amostragem, deve-se observar o sedimento a olho nu, já que este pode conter restos de interesse, tais como coprólitos de roedores (Fugassa, Araújo & Guichón, 2006; Fugassa, 2006) ou fragmentos de coprólitos do próprio indivíduo.

Como assinala Jones (1992), para se efetuar qualquer estudo comparativo, as técnicas de exame devem ser as mesmas para todas as amostras. Quando se tomam esses cuidados, é possível efetuar comparações para avaliar a presença de parasitos em distintas localizações dentro do sítio arqueológico mediante um teste de X^2 (Daniels, 2000). Nesse caso, a prova de independência pretende testar a hipótese de dependência da presença de parasitos em relação à localização das amostras.

A amostragem de sedimentos em depósitos associados à ocupação do sítio arqueológico, como podem ser as áreas de habitação ou de processamento de alimentos, requer número maior de controles em virtude da variabilidade de procedência dos restos parasitários. Esses restos podem ser provenientes de diversas unidades estratigráficas ou de setores de um mesmo nível, por conta de processos muito complexos de formação do registro arqueológico.

SEDIMENTOS ASSOCIADOS A ESQUELETOS

A partir da deposição natural ou artificial do cadáver, os processos tafonômicos condicionam a sorte dos restos ósseos e tecidos moles. Após a morte do indivíduo, em geral parte do sistema digestivo deposita-se sobre os ossos da pelve (Reinhard *et al*., 1992). Reinhard e colaboradores (1992) e pouco mais tarde Berg (2002) comprovaram que o

sacro é um depósito usual para restos de conteúdo intestinal em esqueletos, incluindo aqueles que são colocados em posição vertical no momento da morte (Shafer, Marek & Reinhard, 1989).

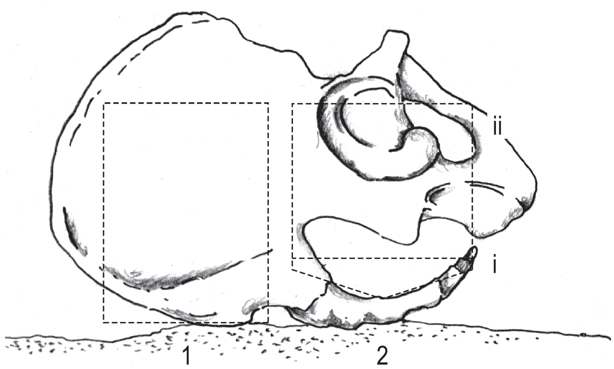
Os estudos sobre sedimentos da cavidade pélvica de esqueletos humanos demonstrou a presença de ovos de parasitos, e com eles a presença de restos alimentares. O exame da cavidade pélvica mostrou também a presença de coprólitos no interior de corpos mumificados (Sianto *et al.*, 2005). Porém, ao contrário do que ocorre em corpos mumificados, nos restos esqueletizados, os coprólitos sofrem maior dispersão por diversos fatores, tais como a fragmentação e compressão (Reinhard *et al.*, 1992), ainda que ocasionalmente se possam encontrar enterólitos em corpos esqueletizados (Shafer, Marek & Reinhard, 1989). Por isso, recomenda-se extrair o sedimento sem desagregar as concreções que possam estar presentes.

Em diversas escavações e em sedimentos associados a ossos da pelve podem-se identificar vestígios de parasitos (Bouchet *et al.*, 2001; Dittmar & Teejen, 2003; Jones 1982b; Reinhard *et al.*, 1992). Também, por meio de estudos palinológicos, restos macrobotânicos e de fauna, Berg (2002) demonstrou a importância de sedimentos do sacro e, em particular, dos forâmenes sacrais, para o estudo dos restos digestivos em esqueletos.

Embora os sedimentos provenientes de restos ósseos geralmente possuam menor densidade de restos de parasitos quando comparados com outros depósitos, oferecem oportunidade de contribuir com resultados para a elaboração de estudos epidemiológicos. Existe maior disponibilidade de esqueletos do que coprólitos em determinadas regiões, em que se podem estabelecer sexo e idade, pelo exame osteológico, e informações sobre localização geográfica e temporal, possibilitando associação ideal entre parasitos e indivíduos. Assim, a análise de um número crescente de indivíduos permitirá interpretar essas informações do ponto de vista populacional.

As amostras examinadas por Reinhard e colaboradores (1992) foram obtidas de uma coluna de sedimento localizada entre o sacro e a sínfise púbica (Figura 1), em posição de decúbito dorsal, sendo a amostra próxima ao sacro a que se mostrou com maior quantidade de conteúdo intestinal.

Figura 1 – Obtenção de sedimento da cintura pélvica de um esqueleto



(1) sedimento ao nível das últimas vértebras lombares

(2) coluna de sedimento sobre o sacro, separadas em duas frações: i) concavidade do sacro e ii) sobre ele.

Modificado de Reinhard e colaboradores (1992).

É possível agregar, a esse esquema de amostragem, uma coluna de sedimento à altura das vértebras lombares IV e V e na região hepática (Figura 2), ainda que estas localizações apresentem a desvantagem de não possuírem estrutura óssea que possa encerrar os restos depositados. Com respeito à posição do indivíduo, o sacro também pode reter material em corpos em posição próxima à anatômica (Reinhard *et al*., 1992).

Figura 2 – Distribuição de amostras e controles em sedimentos associados a esqueletos humanos



(A) Controle junto ao crânio (B) Amostra do sacro
(C) Amostra da pelve (D) Controle do fêmur

Foto Martín Fugassa.

O emprego de controles facilita a discussão sobre possíveis fontes de contaminação (Berg, 2002; Reinhard *et al*., 1992). As amostras de sedimentos estão expostas também a mudanças resultantes de infiltração de água e processos erosivos. Em sedimentos livres, o fluxo de água pode transportar parasitos e outros microfósseis a estratos inferiores por percolação (Bouchet *et al*., 2003; Dommelier-Espejo, 2001; Pike, 1968; Reinhard *et al*., 1988). Provavelmente esse fenômeno seja mais intenso em solos arenosos de sítios a céu aberto do que naqueles localizados em grutas ou abrigos sob rocha.

É importante realizar amostragem em diferentes profundidades, idealmente com uso de sondas para minimizar o impacto e contaminação com sedimentos de outros estratos. Isso permite uma leitura comparativa entre os diferentes níveis e interpretação de resultados obtidos (Bathurst, 2005; Dommelier-Espejo, 2001). Em restos humanos também se deve incluir o exame dos sedimentos retirados por baixo do esqueleto, por conta de provável lixiviação de microfósseis (Fugassa & Barberena, 2006).

No processamento de amostras, além dos sedimentos observáveis ao microscópio devem ser examinados também os restos macroscópios. Com microscópio esteroscópico, podem-se examinar restos retidos na peneira ou gaze, logo após o processamento paleoparasitológico (ver mais adiante). Porém, antes de se proceder às técnicas paleoparasitológicas, recomenda-se examinar os sedimentos para separar restos de interesse, como pequenos ossos, sementes, fragmentos de insetos, entre outros, que poderiam se perder durante o processamento. Essa observação preliminar tem sido importante para identificar fezes de roedores em sedimentos de pelve de esqueletos (Fugassa *et al.*, 2006b; Fugassa & Barberena, 2006), inclusive pupas de moscas e outros insetos, indicadores de condições funerárias associadas ao indivíduo (Fugassa *et al.*, 2008a; Reinhard *et al.*, 1992). Recomenda-se sistematizar as observações sobre os sedimentos, como sugere Jouy-Avantin (2003) para coprólitos.

PRIMEIRAS ETAPAS PARA PROCESSAR AMOSTRAS

Antes de se efetuar o processamento e estudo das amostras, deve-se considerar que os estudos moleculares e microscópicos podem ser alterados pela presença de contaminantes de diferentes origens:

- materiais contaminados introduzidos no laboratório (roupas, mãos, artefatos, calçados, instrumentos etc.);
- medidas de limpeza ineficientes no instrumental empregado.

Aconselha-se, portanto, que a limpeza seja feita como em laboratórios de microbiologia, sendo os cuidados mais importantes:

- reduzir a exposição das amostras fora dos recipientes em que estão;
- usar preferentemente material e instrumental descartável;
- usar máscara, luvas e touca;
- restringir a circulação de pessoas dentro do laboratório;
- usar protocolo de acompanhamento histórico das amostras por meio de livro diário de laboratório (Dommelier-Espejo, 2001).

Reidratação e separação de microfósseis

Independentemente da origem das amostras (coprólitos ou sedimentos), todas devem ficar bem acondicionadas, para que possam ser submetidas a alguma das técnicas de concentração e enriquecimento de restos de parasitos porventura existentes.

Os sedimentos orgânicos costumam estar agregados. A desagregação é o processo de separação por meio químico ou mecânico de carbonatos e/ou ácidos húmicos (Bouchet, 1995; Coil *et al.*, 2003). Para isso, entre outras alternativas, tem-se usado uma solução de detergente comercial (Kruger *apud* Reinhard *et al.*, 1988), mas o grupo de Françoise Bouchet (França) usa um gral (ou almofariz) de porcelana após a reidratação e posteriormente expõe a amostra ao ultrassom por um período de 20 segundos a um máximo de 3 minutos (Bouchet *et al.*, 1999, 2002).

A natureza do solo examinado é importante para se determinar a necessidade de se usar outras técnicas. Por exemplo, os solos calcáreos podem precisar de tratamento com ácido clorídrico para se recuperar restos parasitários da matriz dos carbonatos. O uso de ácido clorídrico diluído foi incorporado por Jones para dissolver as concreções de carbonato que pudessem estar presentes e reter microfósseis (Reinhard *et al.*, 1992). O ácido clorídrico também pode ser necessário em coprólitos mineralizados (Ferreira, Araújo & Duarte, 1993).

Segundo Coil e colaboradores (2003), o ácido acético glacial pode ser uma alternativa menos agressiva que evita a perda de microfósseis minerais, tais como os fitólitos de oxalato de cálcio. Embora aqui se trate de restos parasitários, a possível inclusão de outros estudos requer contemplar o desenho de um protocolo multidisciplinar.

Coil e colaboradores (2003) distinguem a desagregação da desfloculação, definida como a separação por repulsão elétrica de partículas minerais de tamanho da argila (menos de 4 μm) que podem dificultar a observação. Se a desagregação e a desfloculação não forem efetivas, o filtrado posterior pode reter microfósseis, tornando-os ausentes na observação microscópica.

A reidratação foi tentada em meios distintos, como água destilada, EDTA e hidróxido de sódio, álcool, entre outros (Harter *et al.*, 2003, Hidalgo Arguello, 2006), embora o fosfato trissódico aquoso continue a ser o mais difundido. Inicialmente aplicada por Van Cleave e Ross (1947), assim como por Van Cleave e Delinger e por Benninghoff em microfósseis (Figuerero Torres, 1982), e logo em coprólitos por Callen e Cameron (1960), a reidratação em solução aquosa de fosfatos sódicos permitem também a desfloculação dos sedimentos (Coil *et al.*, 2003). Certos grupos de paleoparasitologia, como o de Françoise Bouchet, fazem a reidratação em fosfato trissódico aquoso e adicionam glicerina a 5% (Le Bailly, 2005), o que vem sendo usado por outros grupos com sucesso.

O tempo de reidratação varia segundo os autores e as condições em que se encontra o material. De maneira geral, o tempo médio de reidratação é de três dias a uma semana, podendo ser prolongado se o material estiver muito seco ou duro (Le Bailly, 2005). Durante a reidratação deve-se observar a amostra e evitar a proliferação de fungos ou bactérias, para o que se lhe agregam 10% de solução a 5% de formol acético (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981; Le Bailly, 2005), formol acético-álcool (AFA) (Reinhard *et al.*, 1988), etanol (Santoro, Vinton & Reinhard, 2003) ou mantém-se-a frio (Fugassa *et al.*, 2006). Recomenda-se, portanto, usar qualquer método de fixação logo após a reidratação, para se evitar a proliferação de microrganismos que possam deteriorar a amostra.

A escolha de um fixador deve incluir a possibilidade de se aplicarem exames moleculares, imunológicos ou colorações específicas. Portanto, cada vez mais se procura manter as amostras refrigeradas para que a presença de formol, um dos inibidores da reação de PCR, não dificulte o uso dessa técnica.

A reidratação e conservação a frio, sem uso de fixadores, permitiu reconhecer o cheiro natural de coprólitos reidratados, especialmente de canídeos e felinos com antiguidade de 6.500 anos antes do presente (AP) (Fugassa, 2006; Fugassa *et al.*, 2006). Portanto, recomenda-se que tanto o processamento como a observação se façam sem fixadores e a frio (entre 0 e 4ºC). Porém, essa conservação não deve ser mantida por muitos dias, pois mesmo assim, em algumas amostras, ocorre proliferação de microrganismos. Recomenda-se o uso de etanol a 70% adicionado aos sedimentos, pois é um conservador que causa menos problemas para o uso das técnicas moleculares. Além disso, a aplicação de testes imunológicos deve incluir, em seu desenho, a manutenção de sedimentos reidratados a frio e não em soluções com formol, por conta de possíveis interferências com antígenos e anticorpos (Le Bailly, 2005).

Para separar partículas de mais de 300 micrômetros daquelas que podem conter restos de parasitos, passa-se a amostra em peneiras logo após a reidratação. É importante que o sedimento esteja completamente reidratado e desagregado, pois do contrário os microfósseis poderiam estar retidos ou aderidos a outras partículas e se perder durante o filtrado.

Bouchet e colaboradores (1999) usam uma série de peneiras metálicas (315 μm, 160 μm, 50 μm e 25 μm) por onde passa o sedimento reidratado e podem-se recuperar restos retidos nos últimos tamizes de 50 μm e 25 μm de abertura, respectivamente. As partículas retidas nos tamizes maiores (entre 315 e 160 μm) servem para estudos sobre a dieta e sedimentologia (Dommelier-Espejo, 2001), porém poderiam reter ovos de tricostrongilídeos, como *Nematodirus* sp., registrados em coprólitos da Patagônia (Fugassa, 2006).

Após a filtragem do sedimento reidratado, segundo Coil e colaboradores (2003), a eliminação de argila evita sua interferência com as soluções para flutuação que podem ser aplicadas, assim como facilita a visualização microscópica. Nas experiências feitas com coprólitos da Patagônia, a visibilidade foi prejudicada por compostos fecais que escureceram a solução (Fugassa, 2006). Tanto para sedimentos como para coprólitos, deve-se lavar algumas vezes o sedimento até que se eliminem essas substâncias, além da argila e possíveis grãos de areia (Coil *et al.*, 2003). Assim, uma série de lavagens deve ser feita no sedimento reidratado e filtrado para melhorar a visibilidade, sempre com cuidado para não se perderem microfósseis presentes.

Técnicas de enriquecimento usadas em paleoparasitologia

Os estudos coproparasitológicos investigam a presença de parasitos (larvas, ovos e cistos) em restos fecais. As técnicas mais recomendadas são as de flutuação e sedimentação, por permitirem concentrar os elementos parasitários em uma pequena fração da matéria fecal.

Para análises clínicas, Thienpont, Rochette e Vanparijs (1979) aconselham o uso de técnicas de concentração para o caso de resultados de técnicas diretas[1] conduzirem a resultados negativos. As técnicas diretas têm como vantagens a rapidez, a facilidade e a mínima perturbação dos restos parasitários delicados, tais como trofozoítos de *Giardia* sp. ou *Entamoeba* sp., embora estejam pouco representados nas amostras arqueológicas.

Técnicas diretas são recomendadas para exames em fezes recentes de répteis e aves, mas nos exames paleoparasitológicos não são aconselháveis, embora usadas em alguns casos, como por Hidalgo Arguello (2006).

Entre as técnicas de enriquecimento, a sedimentação consiste na concentração de restos parasitários por deposição em uma solução aquosa, menos densa do que os ovos ou do que outras formas parasitárias. As técnicas de sedimentação mais importantes em parasitologia clínica são a sedimentação espontânea (Lutz, 1919) e a técnica com formol-éter de Telemann (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). A sedimentação espontânea implica prolongado tempo de leitura pela abundância de detritos, se bem que seja mais sensível, rápida e econômica do que as outras técnicas disponíveis.

As técnicas de formol-éter (técnica de Ritchie) e suas modificações (formol-acetato [técnica de Telemann] e formol-tween) consistem na desagregação de uma quantidade de matéria fecal em solução composta por uma substância orgânica (éter, *tween*) em um meio polar (formol ou acetato). Essas substâncias devem ser agitadas vigorosamente com a matéria fecal, separando-se a suspensão em duas fases (Kaminsky, 2003; Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979).

A fase superior, menos densa, representa o composto orgânico, ao passo que a fase inferior é o composto polar. No fundo do tubo, sedimentam-se os ovos e cistos de parasitos e nas duas fases concentram-se os detritos diversos. Horne e Tuck (1996) usaram a técnica de formol-éter para examinar sedimentos de latrinas históricas da América do Norte, recuperando ovos de *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Dicrocoelium dendriticum* e *Taenia* sp. Porém, Reinhard,

[1] Compreende-se por técnicas diretas aquelas em que se analisa uma parte mínima da amostra sem concentrar os elementos de interesse antes da observação.

Ambler e McGuffie (1985) haviam testado essa técnica de sedimentação, observando que a sedimentação simples, ou espontânea, era mais eficiente. Existem poucos antecedentes paleoparasitológicos para essa técnica, amplamente usada em parasitologia clínica, essencialmente pela eficiente separação de restos parasitários de detritos e gorduras.

As técnicas de enriquecimento por flutuação baseiam-se na densidade relativa dos restos parasitários: para que estes flutuem, a solução de flutuação deve ser mais densa do que eles. Empregam-se diversas soluções saturadas nas quais se introduz a matéria fecal previamente coada em peneira ou gaze e reidratada, no caso de estudos paleoparasitológicos.

Comumente introduz-se a amostra no tubo de ensaio e agrega-se um pouco de solução de flutuação; mistura-se e depois se completa com a solução até a borda do tubo, evitando-se bolhas que possam dificultar a visualização. Sobre a superfície, coloca-se a lamínula, que entra em contato com a solução. Depois de um tempo variável, entre 15 minutos e duas horas, os restos parasitários vão flutuar na superfície da solução. Pode-se abreviar o tempo para que os restos parasitários flutuem usando-se ligeira centrifugação (Kaminsky, 2003; Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). Retira-se posteriormente a lamínula e, se existem restos parasitários, esses ficarão retidos na superfície inferior da lamínula, colocada então sobre a lâmina para observação ao microscópio.

Os diferentes grupos de parasitos têm diferentes densidades e por isso se comportam de forma variada nas soluções de flutuação, sendo que os ovos de trematódeos requerem soluções mais densas (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). Além disso, a efetividade dessas técnicas varia segundo as condições do sedimento que se está a examinar. Bouchet e colaboradores (1999) usaram soluções com faixa de gravidade específica entre 1,1 e 2,0 – já que por questões tafonômicas a densidade dos ovos antigos costuma variar muito em relação àquela dos atuais. Soluções de sacarose de diversas concentrações, cloreto de sódio, nitrato de sódio em solução de sacarose, entre outras, têm sido usadas em amostras arqueológicas na França (Dommelier-Espejo, 2001). Deve-se assinalar que os ovos tendem a se deformar, descorar e, no caso de ovos operculados, perder o opérculo ao se usarem soluções muito densas ou durante períodos muito prolongados (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). Nas amostras antigas, o uso de sulfato de zinco produz deformações, rutura ou decorticação em ovos de *Hymenolepis* sp. (Reinhard *et al*., 1988).

Ainda que a técnica de flutuação em solução de cloreto de sódio (técnica de Willis) seja a mais difundida, Marder e colaboradores (2000) não encontraram diferenças em relação à técnica de Sheather (solução de sacarose) e à de Faust (solução de sulfato de sódio) para detecção de cistos de *Toxoplasma* e de ovos de nematoides atuais. Porém, usando a técnica de Willis, Binda, Moriena e Alvarez (2003) obtiveram mais resultados negativos e menor número de cistos de *Giardia* sp. do que usando a técnica de fosfato de zinco. Em paleoparasitologia, outras soluções, tais como a de cloreto de zinco e fosfato de zinco, foram usadas (Reinhard *et al*. 1988), com variações em seu potencial osmótico e em sua densidade.

Diversos autores, como Navone e colaboradores (2005), aconselham o emprego simultâneo de técnicas de sedimentação e flutuação para exame coproparasitológico e amostras humanas atuais. Em contextos arqueológicos, o emprego das duas técnicas implica um consumo maior de sedimento, o que não é aconselhável e só se pode sugerir em situações particulares, por exemplo, com resultados negativos e abundante quantidade de sedimentos. Como alternativa, Bouchet e colaboradores (2001) sugerem amostragem da superfície da solução de flutuação e, simultaneamente, outra do sedimento do fundo do tubo. Portanto, em sedimentos arqueológicos, sugere-se a aplicação sequencial da técnica quantitativa de Stoll modificada (Fugassa *et al*., 2006) e a flutuação sobre o mesmo sedimento reidratado (ver mais adiante).

Como já mencionado, a técnica de sedimentação espontânea é a que reúne as melhores vantagens, ainda que a decisão final por uma delas dependa de um conjunto de fatores tais como as características das amostras, o contexto

de onde provêm e a disponibilidade de equipamento para exame. A técnica escolhida deve provocar mínima destruição ou alteração nos microfósseis, em especial nos parasitos.

Quanto ao número de preparações a serem feitas para cada amostra, usualmente fazem-se entre dez e vinte lâminas (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003; Holliday, Guillen & Richardson, 2003; Taek-Han *et al.*, 2003), pois um número maior de preparações não parece aumentar o número de espécies registradas (Harter, 2002) e consome mais tempo no laboratório. Porém, em virtude de as amostras antigas sofrerem diversos processos tafonômicos, muitos parasitos podem encontrar-se em pequeno número, e a ampliação da quantidade de lâminas examinadas aumenta a oportunidade de achá-los.

O número de preparações também se relaciona com os objetivos a serem alcançados e disponibilidade de amostras. Por exemplo, ao se dispor de centenas de coprólitos, é possível planejar o exame de poucas lâminas por amostra. Porém, ao se considerarem as limitações materiais e os objetivos a alcançar, não se deve esquecer que existem condições inerentes à amostragem e que um número pequeno de lâminas a serem examinadas ao microscópio será, certamente, pouco representativo. O desenho deverá responder a essas limitações e privilegiar o exame de menos amostras e mais preparações para microscopia.

Em sedimentos livres, é necessário um número maior de preparações do que em coprólitos, já que, como se demonstrou, a dispersão e a deterioração dos elementos parasitários são maiores. Enquanto para coprólitos preparam-se cerca de vinte lâminas, recomenda-se que, em sedimentos, este número chegue a cinquenta lâminas para cada localização de amostra. Em sedimentos de latrinas, Fernandes e colaboradores (2005) examinaram vinte preparações para cada amostra, ao passo que Taek Han e colaboradores (2003) fizeram dez preparações. Esse número menor de preparações examinadas por sedimento de latrinas deve-se ao fato de que elas costumam ter maior concentração de parasitos do que nos esqueletos ou solos de sítios arqueológicos.

A quantificação em paleoparasitologia

Para se obterem resultados comparáveis nos estudos paleoparasitológicos, deve-se aplicar alguma metodologia quantitativa. A quantificação em paleoparasitologia é importante para se avaliar a densidade comparativa entre localidades de um mesmo sítio e, com isso, discutir possíveis fontes de contaminação ou origem dos parasitos. Tanto Reinhard e colaboradores (1988) como Araújo e colaboradores (1998) sustentam que a quantificação de restos parasitários pode servir a uma reconstrução paleoepidemiológica, pois permite comparar a densidade de ovos entre esqueletos de sepultamentos em um mesmo sítio, ainda que a densidade parasitária não se relacione de forma sensível com a carga parasitária que possa ter tido o indivíduo. De forma similar, Moore (1981) descreveu achados em uma latrina medieval e observou certo quociente estável entre o número de ovos de *Ascaris* sp. e de *Trichuris* sp. Isso poderia sugerir comparações de taxas no número de ovos de parasitos encontrados, ou usar um índice deste tipo como parâmetro no estudo de restos humanos antigos em uma dada região.

Deve-se ressaltar que a quantificação não serve para discutir a intensidade de infecções, em virtude de que os processos tafonômicos modificam amplamente as condições iniciais. Mesmo em amostras atuais, a carga parasitária nas fezes não é um bom indicador de intensidade de infecção, uma vez que a eliminação de ovos, larvas e cistos nas fezes depende de numerosos fatores relativos ao parasito, ao hospedeiro e ao ambiente, tais como o número de parasitos no indivíduo, estado imunológico do hospedeiro, época do ano etc. (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). Porém, não deixa de ser um indicador útil que, em circunstâncias determinadas, pode ter seu valor.

As técnicas quantitativas foram usadas inicialmente por Taylor e logo depois por Pike (Reinhard *et al*., 1988), que estimaram o número de ovos por grama de sedimento contando diretamente os ovos de parasitos contidos em um grama da amostra.

Em busca de métodos apropriados, Warnock e Reinhard (1992), Dittmar e Teejen (2003) e Sianto e colaboradores (2005) usaram uma técnica palinológica quantitativa que consiste em agregar uma quantidade conhecida de um traçador – esporos de *Lycopodium* – a uma quantidade de sedimento também conhecida. É possível estimar o número de ovos por grama de sedimento aplicando-se a fórmula

$$HPG = h \times ELM / ELC \times PM$$

onde h corresponde ao número de ovos contados no preparado; ELM é o número de esporos de *Lycopodium* na amostra, ELC, o número de esporos contados no preparado e PM, o peso da amostra.

Além de representar uma ferramenta quantitativa, o estado de preservação dos esporos de *Lycopodium* serve como indicador da possível agressividade das condições de processamento paleoparasitológico sobre os microfósseis, especialmente os parasitos. Um possível inconveniente dessa técnica de sedimentação modificada está em que ela pressupõe uma distribuição homogênea de esporos de *Lycopodium* na coluna de sedimento reidratado. Porém, como sucede com ovos e cistos, eles se depositam diferencialmente e sua abundância pode variar segundo a profundidade em que se obtenha o sedimento.

Pode-se fazer a quantificação em sedimentos mediante uso ou modificação de técnicas clínicas como a de Stoll (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). Jones (1984) usou primeiramente esse procedimento para analisar amostras arqueológicas na Inglaterra. Usou alíquotas de 150 μl da mistura de 3 g de sedimento em 42 ml de água, supondo uma densidade de sedimento igual a 1 g/ml. Determina-se o número de ovos por grama (HPG) pela fórmula

$$HPG = n^{o} \text{ de ovos contados} \times 100$$

Como dito, a técnica modificada de Stoll por Jones (1982a) pressupõe que a densidade do sedimento seja igual a 1. Porém, essa suposição não se mostrou verdadeira para sedimentos de diversas origens analisados na Patagônia. Isso demonstra a necessidade de se medir a densidade do sedimento antes de se efetuarem os cálculos do número de ovos por grama de sedimento e se fazerem as correções necessárias na fórmula de HPG.

Recentemente, modificou-se a técnica de Stoll com êxito (Fugassa, Araújo & Guichón, 2006). Os autores introduziram as seguintes mudanças: 1) usam-se 5 g de sedimento em 10 ml de solução, o que aumenta a densidade do sedimento na solução, e portanto a probabilidade de se recuperarem parasitos, 2) reduz-se o tamanho da alíquota examinada por cada preparado, o que torna mais operativo o uso da técnica e 3) como meio líquido emprega-se o fosfato trissódico aquoso, em lugar da água.

A técnica quantitativa de Stoll modificada (Fugassa, Araújo & Guichón, 2006) mostrou sensibilidade aceitável diante da técnica aplicada por Jones. Para esta última, Bouchet, Harter & Le Bailly (2003) sugerem ser especialmente útil em amostras com densidades de parasitos maiores do que 400 ovos por grama.

A técnica quantitativa permite também a quantificação de outros restos, como ácaros do solo ou grãos de pólen (Fugassa, Sardella & Denegri, 2007). A técnica modificada permitiu obter uma vantagem operativa: o tempo médio de observação para uma lamínula de 24 x 36 mm foi somente de 13 minutos. Isso se deve à densidade uniforme

dos materiais em observação. Devem-se acrescentar a facilidade da preparação das lâminas pelo uso de micropipeta automática e a ausência de grãos de areia em preparações de amostras de solos arenosos.

Taek Han e colaboradores (2003) usaram outra modificação de Stoll. Previamente, amostras de 10 g de sedimento foram reidratadas em 50 ml de fosfato trissódico (FTS), substituídos logo em seguida por 20 ml, para se eliminar a turbidez. Esses autores usaram alíquotas de 20 μl para as preparações. O lavado dos sedimentos pode ser uma modificação útil se incorporada em solos com grande quantidade de matéria orgânica, embora desnecessária em solos arenosos.

A técnica de Stoll modificada mostrou-se uma ferramenta quantitativa útil. Porém, deve ser acompanhada de uma técnica qualitativa de alta sensibilidade, como a técnica de flutuação de Sheather. Se se recuperarem detritos e alguns restos parasitários se apresentarem deformados, o risco de se obterem falsos negativos diminui. Portanto, o emprego de uma técnica quantitativa com uma qualitativa é muito útil, tanto para ampliar os resultados como também para comprovar a sensibilidade da primeira.

No sedimento pélvico de um esqueleto do sítio Alero Mazquiarán, Chubut, Argentina (Fugassa, 2006) com elevado conteúdo de matéria orgânica, a técnica modificada de Stoll não teve resultados positivos, ao passo que a técnica de Sheater mostrou-se eficiente para recuperação de ovos de helmintos. Neste último caso, a grande quantidade de matéria orgânica havia retido os escassos restos parasitários, e assim a técnica de flutuação produziu resultado mais eficiente.

Idealmente, devem-se testar várias técnicas de flutuação, como sugerido por Bouchet e colaboradores (2001), ainda que o tempo gasto e o consumo maior da amostra sejam inconvenientes significativos.

Observação e diagnóstico

Uma vez que a amostra arqueológica tenha sido processada convenientemente, deve-se usar uma pequena alíquota para observação microscópica. Em seguida, montam-se gotas de sedimento em lâminas cobertas por lamínulas, disponíveis em dimensões diversas, segundo a utilização prevista. Lamínulas pequenas (18 ou 20 mm) desidratam menos depois de lacradas, são resistentes e formam uma fina camada de solução, especialmente quando se junta uma pequena gota de glicerina (Fugassa, 2006). As lamínulas maiores, de 24 a 36 mm, permitem que a gota de sedimento desidrate mais facilmente, embora formem uma camada de preparado menos profunda e mais fácil de se examinar. As lamínulas maiores são recomendadas para aplicação de técnicas quantitativas em que se usam volumes maiores, como 50 a 150 ml (Fugassa, Araújo & Guichón, 2006; Jones, 1984).

Devem-se examinar as lâminas de forma exaustiva, com aumento de 10 vezes (ocular) e 10 vezes (objetiva). A mensuração correta dos elementos parasitários é essencial para seu diagnóstico e deve ser feita com 400 aumentos. Não se devem medir restos parasitários deformados ou rotos. Nas espécies com ovos operculados, como no gênero *Trichuris* e *Calodium*, os ovos devem ser medidos sem se considerar os opérculos polares, já que podem exibir alta variação e, o que é mais importante, muitas vezes estão ausentes no material arqueológico (porém, muitos autores consideram as medidas dessas espécies com os plugs nos opérculos, por isso devem-se fazer medidas com e sem eles). Medidas adicionais, como a largura do opérculo ou da parede do ovo, podem ser úteis em alguns casos.

Durante a identificação de parasitos, a utilização de fotografias é imprescindível tanto para garantir os resultados como para efetuar interconsultas com outros especialistas. Kliks (1990) criticou numerosos achados paleoparasitológicos, o que originou interessante debate (Ferreira & Araújo, 1996; Hawdon & Johnston, 1996). Entre suas observações,

assinalou a falta de imagens que respaldassem os diagnósticos. Consequentemente, os achados devem ser bem registrados, especialmente quando contêm espécies pouco representadas nas amostras.

Alguns autores lacram as lâminas com esmalte transparente (Bathurst, 2005; Dittmar & Teejen, 2003). No laboratório de paleoparasitologia da Fundação Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro), usa-se a mistura quente de cera de abelhas e breu em partes iguais (Araújo, com. pess.), que é muito útil. Porém, o emprego do esmalte é rápido, e pode-se recorrer a ele em situações imprevistas quando for necessário deter a desidratação. Deve-se apenas tomar cuidado com possível contaminação do pincel.

Em amostras que contêm restos de interesse, pode-se usar uma solução de gelatina-glicerina (Ruzin, 1999), boa para conservação. Deve-se aquecer a mistura a aproximadamente 50ºC em banho-maria e, uma vez que se consiga fluidez, mistura-se sobre a lâmina uma gota do preparado e uma de solução de gelatina-glicerina. Coloca-se em seguida a lamínula, podendo-se conservar a preparação por longo período. Os resultados preliminares indicam que os ovos antigos de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, assim como ovos atuais de *Hymenolepis nana* e cistos de *Giardia* sp., conservam-se convenientemente quando imersos em gelatina-glicerina.

Ovos e cistos de determinados *taxa* têm características típicas que facilitam sua determinação. Por exemplo, é relativamente fácil diagnosticar ovos de *Calodium* sp. e *Trichuris* sp. pela existência de opérculos nas duas extremidades, por seu formato e pela ornamentação de parede. A determinação de espécie, porém, é menos simples, e deve ser medida em termos probabilísticos – tomando-se como parâmetros o comprimento e a largura dos ovos, além de sua morfologia – e comparativos. A conjunção de outras evidências circunstanciais (por exemplo, itens da dieta, hospedeiro, biogeografia do parasito) pode levar a um diagnóstico probabilístico mais robusto.

Como sugerem Noronha e colaboradores (1994), para a identificação também se devem considerar os aspectos morfológicos do coprólito e a distribuição de possíveis hospedeiros na região, além das outras evidências circunstanciais já mencionadas. Sobre possíveis hospedeiros, cabe assinalar que se deve observar a distribuição da fauna silvestre atual assim como no passado.

Alguns ovos de espécies de diferentes parasitos podem ser confundidos. Certos ascarídeos, como *Lamanema* e *Nematodirus*, ou *Ancylostoma* e *Trichostrongylus*, possuem ovos similares que requerem mensurações cuidadosas de numerosos deles para se poder estimar sua morfometria média e, se necessário, aplicar alguma técnica estatística. Outros gêneros podem também se confundir sem que exista um método microscópico que possa ajudar a distingui-los. Por exemplo, *Necator* e *Ancylostoma* não podem ser diferenciados pelo aspecto de seus ovos e tampouco nas espécies do gênero *Taenia* com outros tenídeos, tais como *Echinococcus*.

As diferenciações dentro de um gênero são ainda mais difíceis. Por exemplo, a morfometria dos ovos de *Ascaris suum* e *A. lumbricoides*, *Trichuris suis* e *T. trichiura* não serve para se diagnosticar a que espécie pertencem os ovos encontrados. Cabe assinalar que o estudo paleoparasitológico em coprólitos de animais silvestres pode resultar ainda mais complexo, já que existe um número menor de estudos parasitológicos que sirvam de base, ou referência, aos achados paleoparasitológicos. Deve-se considerar ainda a possibilidade de mudanças no ciclo de vida dos parasitos e alterações morfológicas de ovos, larvas e cistos, o que pode impedir o diagnóstico correto (Dommelier-Espejo, 2001).

Embora menos comuns, outras dificuldades para o diagnóstico paleoparasitológico derivam de alguns restos parasitários que podem se assemelhar a artefatos e outras estruturas, como grãos de pólen, bolhas de ar, esporos de fungos, fragmentos vegetais, dentre outros (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979).

Ainda que o processo de desidratação possa não alterar a morfometria dos ovos (Araújo, 1988; Confalonieri, 1988b; Confalonieri *et al.*, 1988a), o diagnóstico taxonômico leva em conta a hipótese de que a morfometria é uma característica estável em cada espécie. Mas existem estudos que comprovam que o tamanho dos ovos de algumas

espécies de helmintos pode variar, entre outras razões por conta do hospedeiro. Por exemplo, os ovos de *Fasciola hepatica* mostraram diferenças significativas em seu tamanho, dependendo da massa de seus hospedeiros (Valero *et al*., 2002). Em cestoides pseudofilídeos, o tamanho dos ovos varia com a espécie de hospedeiro e com a intensidade da infecção (Andersen & Halvorsen, 1978). Embora não se possa generalizar essa variabilidade a todos os *taxa* de helmintos, deve-se recordar a plasticidade morfológica que algumas espécies podem manifestar.

Em numerosas ocasiões, encontraram-se ovos com larvas de primeiro estágio em seu interior. Isso é comum em parasitos como ancilostomídeos, ascarídeos e oxiúros, e representa um critério útil para diferenciá-los de artefatos e outros ovos de helmintos que só se encontram embrionados. Larvas de terceiro estágio foram encontradas em coprólitos e sedimentos (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1980; Reinhard *et al*., 1988), algumas com antiguidade de até 1,5 milhão de anos (Ferreira, Araújo & Duarte, 1993), mostrando seu potencial de conservação, ainda que seu diagnóstico seja difícil.

A esse respeito, Reinhard, Hevly e Anderson (1987) lembraram a necessidade de se diferenciar entre larvas de parasitos e de nematoides de vida livre. De forma similar, Kliks (1990) sustém que os diagnósticos paleoparasitológicos de larvas devem corresponder a nematoides de vida livre. Há, contudo, várias características que podem ser consideradas para determinar se são larvas de vida livre ou parasitos (Fiel, Steffan & Ferreyra, 1998), ou mesmo para diferenciá-las de fitoparasitos (Chaves, Echeverria & Torres, 1995).

Comumente, durante a observação microscópica, encontram-se diversos ácaros que podem trazer informações importantes sobre ectoparasitismo, como o encontro de *Demodex* sp. em bolota de regurgitação de ave de rapina (Fugassa, Sardella & Denegri, 2007), ou sobre hospedeiros intermediários, como ácaros oribatídeos, hospedeiros intermediários de cestoides anoplocefalídeos (Fugassa *et al*., 2006). A presença de ácaros em coprólitos de diversas origens zoológicas proporcionou informação paleoecológica relevante (Guerra *et al*., 2003).

Nos parágrafos anteriores, ressaltaram-se algumas dificuldades que podem suceder durante o diagnóstico e que se relacionam fundamentalmente com a confusão de restos parasitários com artefatos, grãos de pólen ou fungos e com erros de diagnóstico específicos. Muitas vezes a determinação taxonômica de ovos, larvas e cistos torna-se difícil em cenários antigos, assim como em laboratórios de análise clínica atuais. Por exemplo, em um controle de qualidade feito recentemente na Espanha, foram enviadas fezes humanas atuais contendo ovos de uma espécie de helminto e cistos de duas espécies de protozoários a duzentos laboratórios. Somente em 6,9 % identificaram-se os três parasitos e em 27,2 % identificaram-se parasitos diferentes daqueles conhecidos pelo laboratório de referência (SEIMC, 1998).

A observação e a identificação de vestígios de parasitos exigem muita atenção e cautela no momento de determinação taxonômica. É importante e de grande valor consultar vários colegas e discutir com eles sobre a identidade dos achados que podem ser ambíguos. Uma descrição e ilustração detalhadas devem anteceder a uma rigorosa e bem sustentada discussão sobre o possível diagnóstico. A falsa comunicação de um achado para determinada região e época pode alterar a correta apreciação da história biogeográfica de determinados parasitos e seus hospedeiros.

Colorações e microscopia eletrônica

Em paleoparasitologia, a observação microscópica permite diagnosticar ovos de helmintos e, excepcionalmente cistos de protozoários (Faulkner, 1991; Ferreira *et al*., 1992; Fugassa *et al*., 2008c; Leguía, Casas & Jane, 1995). Isso se deve ao fato de que a maioria das espécies que produzem cistos, além da conservação diferencial, são dificilmente reconhecíveis em virtude de seu pequeno tamanho ou de sua semelhança morfológica com outros microfósseis. Grãos de pólen, esporos de fungos, cristais, ovos de ácaros e nematoides de vida livre e fitólitos estão

presentes nos sedimentos examinados, pelo que a análise microscópica pode implicar certo grau de incerteza para identificação das estruturas observadas.

O uso de colorações que reagem com determinados componentes dos microfósseis facilita o diagnóstico. Porém, os antecedentes de emprego de colorações em paleoparasitologia são muito escassos e se relacionam com alguns trabalhos em que se utilizaram lugol (Moore, 1969; Taylor, 1955), solução de mertiolate-iodo-formol (MIF) (Harter, 2002) ou hematoxilina férrica (Horne & Tuck, 1996).

Embora não haja registro em paleoparasitologia, a coloração pelo tricômio é uma das colorações diferenciais mais difundidas e alguns trabalhos a recomendam como meio suficiente para detecção de diversos parasitos intestinais em matéria fecal (Kellogg & Elder, 1999), o que sugere sua experimentação em amostras antigas. Protozoários do filo Apicomplexa, como *Cryptosporidium* sp., *Cyclospora* sp. e *Isospora belli*, podem requerer métodos de coloração especiais, como as técnicas com soluções acidorresistentes modificadas (Kaminsky, 2003).

A falta de protocolos padronizados para aplicação de colorações diferenciais em paleoparasitologia é uma deficiência evidente que se soma ao aumento de complexidade que ocasiona sua inclusão nos exames das amostras. Para além das escassas tentativas da paleoparasitologia, a coloração diferencial merece ser incluída na rotina paleoparasitológica.

Com base no desenho de Horne e Tuck (1996), que usaram hematoxilina-férrica em três de cada 15 preparados feitos, pode-se recomendar o uso desta coloração em 50% dos preparados de cada amostra, examinando-se-a com aumento de 400 vezes. Para o exame de protozoários em amostras atuais, observam-se vinte campos da lamínula com 1.000 aumentos (Del Coco *et al*., 2006).

Em se tratando de amostras arqueológicas, recomenda-se examinar uma área maior em virtude da baixa densidade esperada de cistos. Para isso, propõe-se que, para cada preparado corado, se examinem mais vinte campos com 1.000 aumentos, ou seja, quarenta campos.

Em gêneros de parasitos com ovos de morfometria similar, as características de microestrutura podem ajudar a distingui-los (Bouchet *et al*., 1999), como exemplificado com os estudos de microscopia eletrônica de varredura em cestoides difilobotrídeos antigos (Le Bailly *et al*., 2005) e em ovos atuais de *Toxocara* sp. (Ubelaker & Allison, 1975). Os autores assinalam que se deve ter presente que os fatores tafonômicos podem alterar as características estruturais superficiais. A microscopia de varredura também foi empregada satisfatoriamente na observação de larvas de terceiro estágio de ancilostomídeos encontradas em coprólitos (Araújo *et al*., 1988b).

Outras formas de abordagem do estudo paleoparasitológico foram trazidas pela imunologia. A imunofluorescência direta implica o uso de anticorpos marcados com substâncias fluorescentes e permite a detecção específica de antígenos presentes na superfície de formas parasitárias (Atías, 1998). Em paleoparasitologia, tentou-se o diagnóstico de *Giardia duodenalis* (Faulkner, Sharon & Johnson, 1989), *G. duodenalis* e *Cryptosporidium parvum* (Allison, Bergman & Gerszten, 1999; Le Bailly *et al*., 2008; Ortega & Bonavia, 2003) e, mais tarde, a detecção de *Cryptosporidium*/*Giardia* em coprólitos da França (Le Bailly, 2005).

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS PALEOPARASITOLÓGICOS

Chegar a certo grau de certeza ou probabilidade de diagnóstico de vestígios parasitários encontrados não significa o final do trabalho, mas sim o seu início. Os restos identificados representam formas de dispersão de um ciclo vital de uma espécie parasitária.

Ovos, larvas ou cistos encontrados podem ser o resultado de infecções patentes ou, no caso de ovos e cistos, ser produto do consumo de presas infectadas com os parasitos em questão. Por isso, a presença de parasitos em sedimentos de sítios arqueológicos implica um maior número de possíveis origens, o que faz com que sua análise demande conhecimento tanto ecológico como cultural. Aqui, a contaminação com fontes desconhecidas pode provocar um viés nos resultados obtidos. Como exemplo, o encontro de coprólitos de roedor em sedimento da pelve de esqueletos humanos pode alertar sobre a contaminação do material com seus parasitos (Fugassa & Barberena, 2006; Fugassa, 2006). Cabe reiterar que uma programação minuciosa de amostragem e de observação macroscópica dos sedimentos pode prever essas situações.

Ainda que nas situações ideais em que os métodos sejam altamente sensíveis e específicos, os resultados falso-negativos sempre poderão estar presentes. Por exemplo, além dos fenômenos tafonômicos vinculados especificamente às amostras antigas, uma baixa infecção, o comportamento de ovipisição como em *Enterobius vermicularis*, o número reduzido de ovos com em tricostrongilídeos de herbívoros, uma postura intermitente, eliminação de ovos em proglótides grávidos, parasitos em períodos pré-patentes, entre outras situações, podem levar à subestimação da ocorrência de infecções parasitárias no passado.

Definitivamente, a interpretação adequada dos resultados atingidos somente é possível com o conhecimento profundo da diversidade e biogeografia parasitárias, da história natural das espécies sob estudo e da arqueologia regional. Para este último aspecto, é indispensável manter relação fluida entre paleoparasitólogos e arqueólogos que estudam a região.

ANÁLISE ESTATÍSTICA APLICADA A VESTÍGIOS DE PARASITOS

Como se disse anteriormente, o diagnóstico paleoparasitológico implica uma série de dificuldades que se iniciam com a determinação da origem zoológica do coprólito e chegam até a determinação da espécie de parasito encontrada. Até aqui, descreveram-se diversas ferramentas metodológicas para superar tais problemas. A seguir, expõem-se algumas técnicas estatísticas disponíveis para análise de vestígios de parasitos observados.

A morfometria dos ovos é uma característica usualmente empregada para o diagnóstico de parasitos intestinais (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979). O tratamento estatístico das medidas efetuadas dos ovos e cistos pode ser muito útil para o diagnóstico em contextos onde estejam tanto coprólitos humanos como de outros animais (Confalonieri *et al*., 1988b).

Para se comparar as medidas dos ovos entre duas situações – por exemplo, ovos encontrados dentro de um corpo e ovos encontrados no sedimento de seu entorno – pode-se empregar o teste qui-quadrado, tomando-se como referência ou critério a mediana (Araújo, 1988), construindo-se, para isso, uma tabela de contingência para comprimento e largura dos ovos.

Para casos em que se tenha um único ovo (o que pode acontecer com certa frequência em paleoparasitologia), Confalonieri e colaboradores (1988b) usaram o teste 't' separadamente para comprimento e largura, com o objetivo de definir se esse ovo pertencia a uma espécie determinada. Se for possível contar com uma tabela de frequências para uma população grande de ovos com medidas de comprimento e largura, para a espécie a que se suponha pertencer o achado pode-se aplicar esse teste estatístico. Os autores também mostram que esse tratamento pode ter utilidade semelhante para a identificação de coprólitos isolados.

Para a construção dessas tabelas, coloca-se a necessidade de contar com amostras comparativas tanto de ovos de parasitos identificados com segurança quanto de coprólitos.

Outro antecedente nas tentativas para se determinar taxonomicamente um conjunto de vestígios parasitários encontrados é o trabalho de Joyner (*apud* Confalonieri *et al*., 1988b), que usou o coeficiente de regressão linear das medidas obtidas em um conjunto de oocistos de *Eimeria* sp. para determinar se estes pertenciam a uma espécie conhecida para a qual se conhecia a morfometria de seus oocistos. Esse método pode complementar outros testes estatísticos usados.

Estudo de caso: análise discriminante aplicada a ovos de capilarídeos

Em alguns casos, as características qualitativas dos ovos são tão importantes como as morfométricas. Nos gêneros de capilarídeos, a ornamentação do ovo é de grande utilidade para o diagnóstico (Moravec, 2001). As espécies de capilarídeos têm ciclos que incluem um hospedeiro de um nível trófico inferior e um carnívoro como disseminador. Portanto, comumente são identificados como parasitos em trânsito em fezes de predadores. No exame coproparasitológico em carnívoros ou onívoros, pode ser comum encontrar ovos de diferentes espécies de capilarídeos, algumas como produto de parasitos em trânsito, ou falso parasitismo, e outras como parasitismo verdadeiro, causando infecção no hospedeiro.

Os registros paleoparasitológicos de ovos pertencentes a espécies de capilarídeos são escassos. Na América, Confalonieri descreveu ovos desse gênero em coprólitos de animais no Brasil (Confalonieri, 1988a; Araújo, Confalonieri & Ferreira, 1998). Mais tarde, Bouchet (1997) encontrou ovos pertencentes a esse gênero em 21 coprólitos examinados procedentes da França. Posteriormente, Dittmar e Teejen (2003), Fernandes e colaboradores (2005) e Rocha e colaboradores (2006) registraram também ovos de *Capillaria* sp. em sedimentos arqueológicos.

Com exceção da existência de uma endemia por *Pseudocapillaria phillipinensis* nas ilhas Filipinas, os casos comunicados de capilaríase em humanos são raros (Atías, 1998; Benenson, 1992), ainda que sua ocorrência sob condições ecológicas distintas das atuais provavelmente tenha provocado maiores riscos de infecção.

Gonçalves, Araújo e Ferreira (2003) sustentam que a ocorrência em humanos seria devida principalmente ao consumo de carne crua, especialmente fígado, onde se alojam os ovos de *Calodium hepaticum* (Miyazaki 1991). Porém, existem numerosas espécies de capilarídeos de localização intestinal registradas em outros mamíferos, como *Capillaria puttori* e *Pearsonema plica* (Soulsby, 1987). Entre grupos indígenas americanos, registraram-se diversos exames coproparasitológicos com ovos de *Capillaria* sp. (Coimbra & Mello, 1981; Coimbra *et al*., 1985).

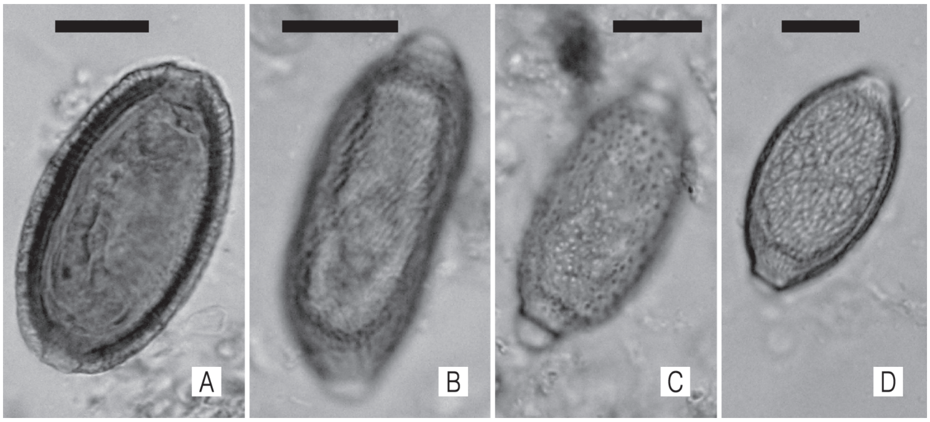
Em canídeos, a situação seria similar do ponto de vista trófico, embora existam mais espécies de parasitos notificadas para esses hospedeiros. As espécies *Capillaria puttori* e *Eucoleus aerophilus* têm sido registradas em canídeos (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979) e *Calodiumm hepaticum* foi encontrada em necropsias de cães silvestres no Brasil (Ruas *et al*., 2003).

Como se disse, a presença de ovos de capilarídeos em restos arqueológicos pode ser interpretada como parasitismo verdadeiro ou como produto de parasitos em trânsito. A impossibilidade de esclarecer a origem dos ovos encontrados impede que se obtenha uma interpretação sobre seu significado cultural e/ou ecológico. Defende-se que um melhor diagnóstico permitirá discutir sobre a presença ou ausência de um parasitismo verdadeiro e, como consequência, conhecer seu significado na população de hospedeiros.

Analisaram-se os dados morfométricos e morfológicos obtidos de um total de 171 ovos de capilarídeos encontrados em um só coprólito, provavelmente atribuível a um canídeo e procedente da província de Santa Cruz, Argentina (Fugassa *et al*., 2006).

Os ovos apresentaram alta variabilidade de tamanho, assim como uma diversidade de ornamentação de sua parede e forma de opérculo (Figura 3). Alguns possuíam uma superfície com raias longitudinais, compridos e com opérculos proeminentes (tipo B), ovos com opérculos, mas curtos e com superfície coberta por raias irregulares (tipo D), ovos grandes com opérculos quase planos e superfície ornamentada por pequenos pontos dispostos radialmente (tipo A) e com ovos com superfície com orifícios circulares grandes (tipo C). Também se encontraram ovos em que não se podia determinar a aparência de sua parede e que foram excluídos da análise. As dimensões de cada grupo estão resumidas na Tabela 1.

Figura 3 – Tipos morfológicos de ovos de capilarídeos reconhecidos em M-8



As letras indicam o morfotipo. Barra = 20 μm.
Extraído de Fugassa *et al*. (2008b).

Avaliou-se se as diferenças morfométricas são capazes de explicar os grupos morfológicos observados ao microscópio óptico, testando-se se as diferenças entre os grupos no espaço multivariado eram significativas. Examinou-se também a largura e o comprimento pela análise linear das variáveis originais que discriminassem melhor entre os grupos. Levou-se esse propósito a cabo utilizando-se a análise discriminante (Legendre & Legendre, 1998).

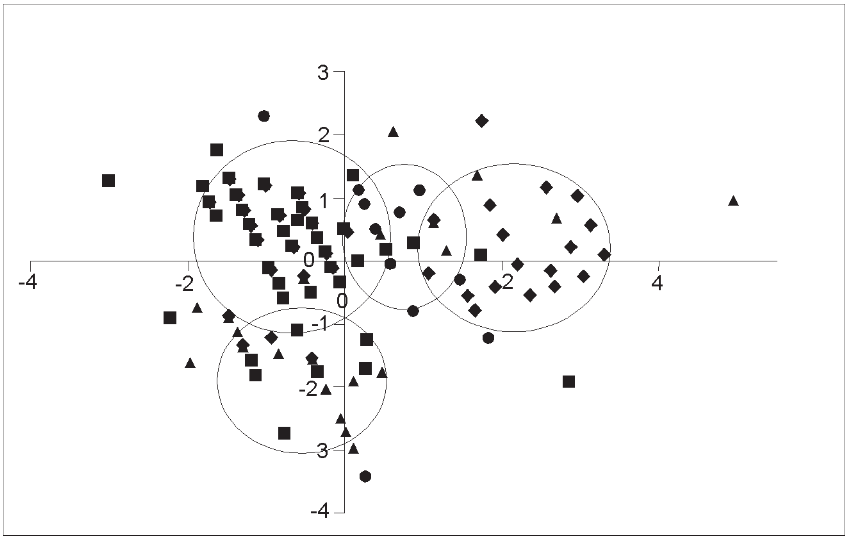
Tabela 1 – Morfometria correspondente aos diferentes grupos morfológicos identificados

Morfotipo	n	%	Comprimento (μm)		Largura (μm)	
			Média	Amplitude	Média	Amplitude
A	20	13,4	63,7	57,5-75,0	38,1	33,8-41,3
B	85	57,0	59,8	42,5-67,5	28,8	22,5-37,5
C	19	12,8	62,1	40,0-71,3	32,7	27,5-37,5
D	25	16,8	54, 2	42,5-72,5	29,3	22,5-47,5

Fonte: Fugassa *et al*. (2008b).

Os resultados obtidos mediante a análise discriminante sugerem que a discriminação entre os grupos foi significativa (Wilks' lambda = 0.419, $p < 0.05$) (Figura 4). O cálculo posterior das distâncias de Mahalanobis ao quadrado entre os grupos (Tabela 2) indicou que a separação entre os grupos A e B não foi significativa, de modo que as variáveis morfométricas não seriam capazes de explicar as diferenças morfológicas observadas entre os grupos A e B (Figura 5).

Figura 4 – Morfotipos de ovos de capilarídeos A (◆), B (■), C (○) e D (△)

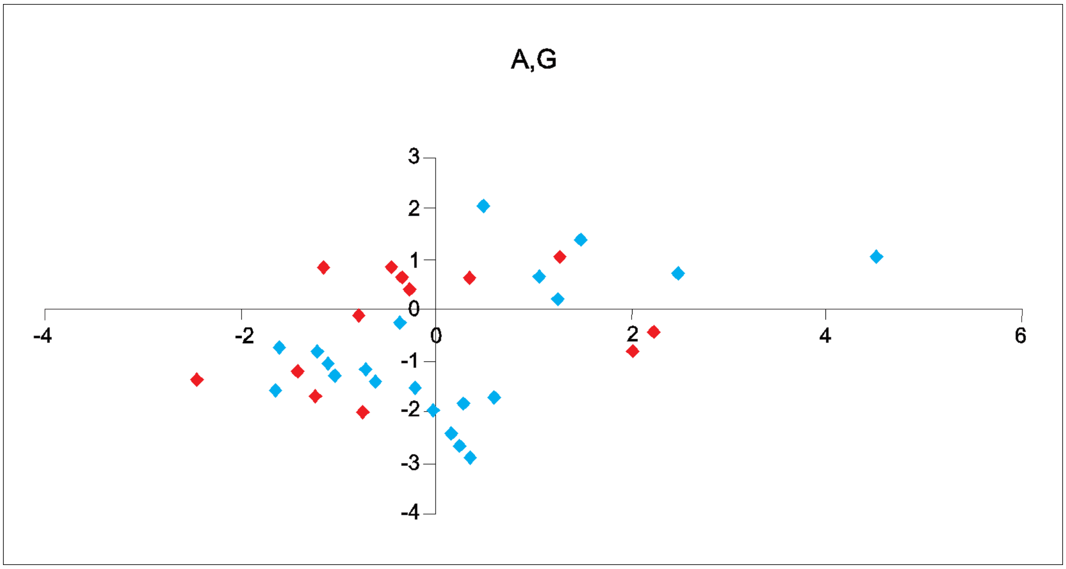


Extraído de Fugassa *et al*. (2008b).

Tabela 2 – Probabilidade associada à distância de Mahalanobis

	P	R	A	G	Q
P	0				
R	0,000103533	0			
A	0,005114172	0,02267275	0		
G	0,000173964	5,8133E-07	0,13483232	0	
Q	6,1475E-06	1,9853E-20	3,5023E-12	4,39407E-12	

Figura 5 – Função discriminante 1 e 2 para os grupos A e B



A análise de correlação sugere que a variável que traz maior contribuição à discriminação entre os grupos é a largura (Pearson=0.950).

Os resultados sugerem a existência de três espécies de capilarídeos no coprólito analisado.

O estudo da forma, abundância relativa, morfologia dos opérculos polares, quando presentes, e as dimensões dos ovos permitiram discutir se as diferenças morfológicas se correlacionaram com as diferenças morfométricas.

As espécies de capilarídeos de localização digestiva existentes em canídeos atuais são *Calodium hepaticum* e *Capillaria putorii*. A espécie *Eucoleus aerophillus* tem localização respiratória, mas os ovos podem chegar ao trato digestivo por deglutição. A análise das proporções totais entre as quatro espécies propostas é: 14,7% (A), 50% (B), 11,17% (C) e 11,76% (D).

Para o morfotipo A, a forma e a média métrica acham-se dentro da variação proposta na literatura para *Calodium hepaticum*. Este parasito é de localização hepática. Os ovos também se localizam no fígado e, geralmente, não passam ao trato intestinal nem tampouco são liberados com as fezes. Portanto, a morfologia, a escassa abundância relativa e as medidas de D parecem indicar que seria produto do consumo de uma presa verdadeiramente infectada.

O morfotipo B poderia corresponder a *Capillaria putorii* por suas medidas, ornamentação e abundância relativa.

O morfotipo C encontra-se dentro das categorias de medidas de *Eucoleus aerophilus*. Pode-se explicar a proporção escassa de ovos pela localização dos ovos nas vias respiratórias e sua forma de liberação no ambiente pelo trato digestivo e respiratório.

O morfotipo D não pode ser imputado a uma espécie conhecida e provavelmente representa ovos imaturos de algumas das espécies presentes, mais provavelmente do morfotipo A.

A análise discriminante feita pode ser útil no diagnóstico de ovos pertencentes ao gênero de capilarídeos que não podem ser classificados simplesmente por sua morfologia, em virtude de processos tafonômicos ou outra causa. Embora os capilarídeos estejam em um dos grupos mais complexos (Moravec, 2001), comprova-se que a combinação da análise morfológica e morfométrica dos ovos de capilarídeos permite melhorar o diagnóstico paleoparasitológico.

NOVAS FONTES DE EVIDÊNCIA

Como se mostrou, os coprólitos têm sido a fonte de evidência predominante em paleoparasitologia, ainda que os sedimentos de diversas origens tenham sido utilizados esporadicamente. Também os tecidos mumificados (Araújo *et al*., 1988a; Araújo, Reinhard & Ferreira, 2000; Aufderheide *et al*., 2004; Bastos *et al*., 1996; Cockburn *et al*., 1975), mucosa intestinal (Alisson, Pezia & Hasegawa, 1974), e ainda animais taxidermizados de museus (Cantarino, 1998; Persing *et al*., 1990) têm sido usados para estudos paleoparasitológicos.

Simultaneamente à ampliação do número de amostras e de técnicas disponíveis, devem-se explorar novos materiais arqueológicos para avaliar sua utilidade como provedores de evidências paleoparasitológicas. A seguir, apresentam-se novas fontes de evidência para as pesquisas paleoparasitológicas por meio de dois estudos de casos.

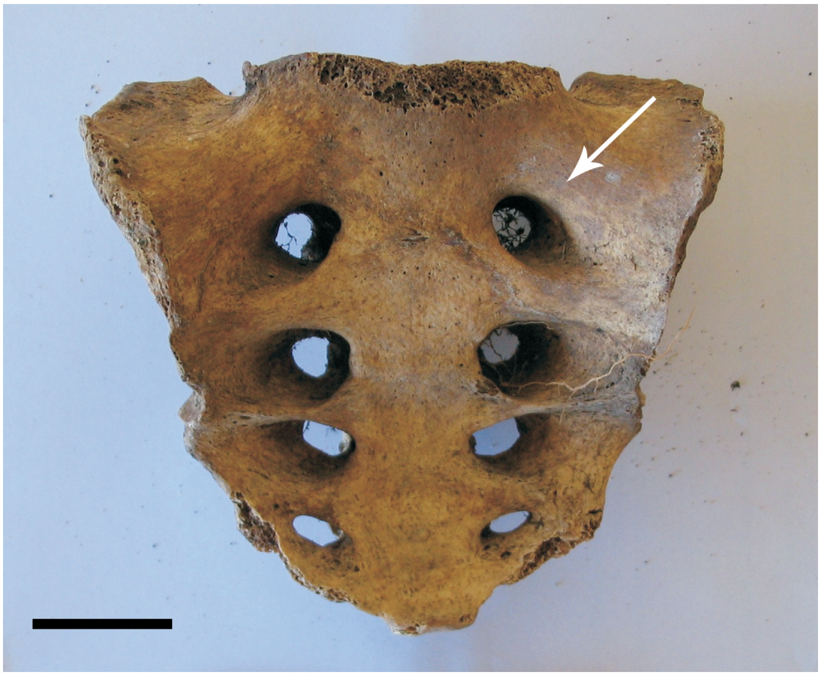
Estudo de caso: amostragem em forâmenes de sacros depositados em coleções osteológicas

Os esqueletos em depósitos institucionais usualmente são limpos e consequentemente os estudos paleoparasitológicos – ao menos os de enteroparasitos – não podem ser realizados. Testou-se a hipótese de que os ovos de parasitos podem ser encontrados nas pequenas quantidades de sedimento conservado sobre os ossos coxais e sacro em seguida à sua extração e limpeza, examinando-se diversos sacros procedentes de coleções da Patagônia (Fugassa, 2006; Fugassa, Sardella & Denegri, 2007).

A importância de se estudar os sedimentos de ossos da região pélvica reside em que os estudos de paleoparasitologia poderiam ser ampliados para um maior número de indivíduos com informação bioantropológica e contextual suficiente para aumentar o tamanho da amostra, necessária em estudos paleoepidemiológicos. Fugassa, Sardella e Denegri (2007) chamam a atenção, também, para a necessidade de estratégias de conservação que contemplem a recuperação desse tipo de informação.

Recuperaram-se sedimentos no laboratório, principalmente de forâmenes sacrais de esqueletos procedentes da Patagônia meridional (Figura 6, Tabela 3). Nesses casos, os ossos estavam totalmente limpos e colheu-se uma pequena amostra de orifícios e processos ósseos dos sacros. O sedimento foi pesado e reidratado em duplo volume de fosfato trissódico aquoso durante sete dias. Em seguida, aplicou-se a modificação da técnica de Stoll, já descrita (Fugassa, Araújo & Guichón, 2006).

Figura 6 – Localização das amostras usadas no exame de forâmenes sacrais. Esqueleto recuperado do cemitério Misión La Candelaria (Río Grande, Terra do Fogo, Argentina)



Barra = 50 mm.
Foto Martín Fugassa.

Tabela 3 – Detalhe das amostras usadas nas análises parasitológicas de ossos secos

nº	Sítio	Datação	Peso (g)
1	Nombre de Jesús-IV (NJ-IV)	Histórico	8,99
6	Nombre de Jesús (NJ-I)	515±45 anos	5,02
7	Caleta Falsa	850 anos[1]	0,405
8	Las Mandíbulas	Histórico	1,78
10	Nombre de Jesús-II (NJ-II)	Histórico	5,84
12	Nombre de Jesús-III (NJ-III)	Histórico	7,15

[1] Datação feita no substrato de valvas de molusco (Chapman & Hester, 1973).
Fonte: Modificado de Fugassa *et al*. (2008a).

Em NJ-1, recuperaram-se corpos semelhantes a ovos de capilarídeos. Encontraram-se também escassos ovos compatíveis com *Ascaris lumbricoides*. Em NJ-2 não se observaram parasitos e igual resultado deu-se em NJ-3. Nos dois casos, identificou-se grande quantidade de fungos. No sítio Las Mandíbulas, encontraram-se ovos de capilarídeos,

com ornamentação semelhante a *Calodium hepaticum*. Neste último caso, a quantificação resultou em 120-360 (208±95.5; n=5) HPG (ovos por grama de sedimento). Também se registraram carvão e fragmentos carbonizados. Em Caleta Falsa, encontraram-se numerosas partículas de carvão e ovos de capilarídeos com densidade de 0-111.11 (22.22±49.69; n=5) HPG.

Alguns ovos de *Ascaris lumbricoides*, embora com os mamelões erodidos em sua maioria, conservaram sua casca característica e uma região opercular como descreveram Ubelaker e Allison (1975). Esse achado, além disso, permitiu trazer evidências sobre a identidade do indivíduo, inicialmente descrito como pertencente à população aborígine, mas a presença desse nematoide sugere fortemente uma procedência europeia, em virtude da maior prevalência esperada para populações europeias. Posteriormente, estudos de DNA antigo confirmaram essa hipótese (Guichón, com. pess.). Além disso, no Laboratório de Genética Molecular de Microrganismos da Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, pode ser mais uma vez confirmada a presença de *Ascaris* sp. mediante estudos de DNA antigo do parasito (Iñiguez, com. pess.).

Os resultados corroboraram a hipótese de que os ovos de parasitos podem conservar-se em ossos da pelve limpos. As observações realizadas também sugerem que é possível recuperar simultaneamente algumas evidências sobre o comportamento alimentar, tais como fragmentos de pelos, amido, pólen, carvão e tecidos ósseo e vegetal. Como assinala Jones (1982b), a limpeza de restos arqueológicos elimina informação valiosa, como se observou também durante esse estudo. Por isso, é importante conciliar a conservação do material arqueológico com a recuperação de informação paleobiológica relevante.

Estudo de caso: análise de bolos de regurgitação

Certas concreções encontradas no sítio arqueológico Cerro Casa de Piedra 5, localizado no Parque Nacional Perito Moreno, província de Santa Cruz, Argentina, apresentaram textura lisa revestida por pelos. O exame revelou que corresponderiam a egagrópilas ou bolos de regurgitação, próprios de aves de rapina que, após digerirem as presas, eliminam pelo bico os restos não digeridos, tais como pelos, penas, escamas ou ossos (Marti, 1987). Estas pertenciam a um depósito datado de 6.540±110 anos AP (Aschero, 1996).

A amostra foi descrita, medida e pesada de modo igual aos coprólitos (Jouy-Avantin, 2003). Extraíram-se duas amostras de aproximadamente 0,5 g, correspondentes à superfície e ao interior da concreção, reidratando-se-as em fosfato trissódico aquoso, segundo Callen e Cameron (1960). Posteriormente, o sedimento foi concentrado por sedimentação espontânea (Lutz, 1919). Os restos macroscópicos foram separados e secos à temperatura ambiente. Fizeram-se dez preparados da superfície da amostra e outros dez do interior.

O sedimento obtido por sedimentação foi muito reduzido. Porém, o exame da amostra do interior da bolota mostrou ovos de capilarídeos. Identificou-se também um ácaro do gênero *Demodex* sp. medindo 112.5 x 32.5 µm. Em todas as lâminas de ambas localizações da concreção, predominaram fragmentos de pelos de roedor.

O exame paleoparasitológico foi feito com poucas expectativas de se encontrarem parasitos, em virtude de a amostra ter sido identificada logo de início como bolo de regurgitação. Porém, foram encontrados tanto enteroparasitos como ectoparasitos, comuns em roedores.

A escassa presença de sedimento, assim como a grande quantidade de pelos e ossos, sustentam o diagnóstico de uma egagrópila (Figuerero Torres, 1981). Em virtude de seu tamanho, sua origem zoológica corresponderia a uma grande ave de rapina. O estado de fragmentação dos ossos das presas também serve como indicadores da espécie

de ave (Figuerero Torres, 1981). Os refúgios rochosos são usualmente ocupados por mochos e corujas, como *Tyto alba* e *Buho virginianus* (Narosky & Yzurieta, 1987). Atualmente, o sítio é ocupado por corujas de igreja (*T. alba*) (Civalero, com. pess.).

Os ovos de capilarídeos encontrados são compatíveis com os de *Calodium hepaticum* (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979), parasitos usuais de roedores. Existem numerosas espécies que parasitam aves, ainda que a dispersão dos ovos, em geral, implique sua eliminação com as fezes e posterior ingestão por minhocas na terra, como hospedeiros invertebrados (Soulsby, 1987).

A presença de um ácaro do gênero *Demodex* sp. foi registrada pela primeira vez em amostra antiga. Em geral, sua identidade específica é feita por seu tamanho e hospedeiro onde se encontre (Soulsby, 1987). Perez Tort e Sigal Escalada (2006) registram o encontro de ovos desses ácaros em matéria fecal de cães infectados, pelo que se deve buscar sua presença em futuros estudos paleoparasitológicos de coprólitos de mamíferos, já que podem ser ingeridos acidentalmente por esses animais enquanto se lambem.

Embora não reflitam a fauna parasitária de uma ave, as bolotas proporcionam registros parasitológicos de suas presas. Indiretamente, é possível conhecer dados sobre o parasitismo em mamíferos que habitaram a região onde se acha o sítio arqueológico. Além disso, os ovos de capilarídeos regurgitados pela ave provavelmente estavam em estado infectante, significando fonte potencial para infecções em humanos que habitaram as grutas no passado.

TAFONOMIA E CONSERVAÇÃO

O material orgânico antigo é preservado quando se inibe, pelo menos parcialmente, a atividade microbiana (Heizer & Napton, 1969). A interrupção do processo de decomposição das fezes deve suceder rapidamente para que se formem os coprólitos e a conservação de seu conteúdo de microfósseis (Bouchet *et al*., 2003). As áreas montanhosas, ecossistemas secos e frios, proporcionam as melhores condições para preservação do material fecal (Bang & Dahlstrom, *apud* Chame, 2003; Reinhard, 1992). Porém, existem eventos que impedem a conservação do material, apesar dos efeitos climáticos, como certas mudanças de consistência das fezes que se podem explicar por variações sazonais de disponibilidade de diversos alimentos (Jouy-Avantin *et al*., 1999).

Os sedimentos arqueológicos de diversas naturezas, incluindo os coprólitos, representam microambientes que incidem de forma diferente sobre a conservação de restos parasitários (Bouchet *et al*., 2003). De modo semelhante ao que deve suceder para que se conserve um coprólito, os ambientes úmidos anaeróbicos, tais como latrinas e ambientes secos e frios, têm sido os que mostram restos parasitários mais bem conservados (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Contrariamente, os sítios a céu aberto levam à exposição a mudanças térmicas e hídricas mais intensas, além de risco de percolação dos elementos parasitários (Reinhard *et al*., 1988). A possibilidade de percolação de um estrato recente para outro mais profundo e mais antigo pode suceder também em latrinas, em virtude do fluxo de água em seu interior (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003). Registraram-se também diferenças na conservação de ovos de diversas espécies de parasitos em um mesmo sítio arqueológico. Por exemplo, em latrinas com presença de fungos, os ovos de *Trichuris trichiura* apresentaram alterações e fraturas ausentes nos ovos de *Ascaris lumbricoides* (Reinhard *et al*., 1988). Nesse mesmo artigo é relatada a recuperação de raros ovos de *Taenia* sp. nesse tipo de ambiente.

Os coprólitos, sob determinadas condições, podem oferecer uma ocorrência de parasitos menor do que no sedimento, possivelmente pela percolação de restos parasitários (Bouchet, 1995). Porém, em algumas espécies de nematoides, as larvas saem dos ovos e migram pelo solo – do qual, como se comentou anteriormente, devem-se tomar amostras do sedimento circundante ao coprólito.

Dentro dos grupos parasitários mais recuperados, os ascarídeos, capilarídeos e tricurídeos são os que melhor se conservam, ao passo que os ovos de *Strongyloides* sp., *Enterobius vermicularis* e *Trichostrongylus* sp. são mais frágeis (Bouchet *et al*., 2003). Na Patagônia, os ovos de espécies de capilarídeos têm sido encontrados com maior freqüência. São encontrados comumente em felinos e camelídeos e têm sido registrados também em preparados palinológicos de coprólitos da Patagônia (Burry, com. pess.). Provavelmente, sua ampla distribuição e a abundância se relacionem mais com aspectos tafonômicos do que com maior prevalência sobre outros helmintos.

Essas observações manifestam uma grande diversidade de fatores influindo sobre a tafonomia parasitária e, provavelmente, as numerosas combinações dos estados desses agentes afetam, de modo imprevisível, pelo menos até o momento, a conservação dos ovos, cistos e larvas.

Ainda que seja óbvio, deve-se advertir que a paleoparasitologia tem acesso aos restos que permaneceram com o passar do tempo. De forma similar, os achados de coprólitos podem representar uma amostra, produto de fenômenos tafonômicos relacionados com o clima e favoráveis à conservação de parasitos no ambiente. Como exemplo extremo, podem estar representadas somente espécies com ovos e cistos resistentes ao passar do tempo, submetidos aos episódios mais frios e secos da história regional.

A obtenção de coprólitos pelos arqueólogos faz com que o material seja exposto a novas fontes de deterioração, tais como a desintegração por pressão mecânica durante o transporte, ausência de assepsia na manipulação, umidade e temperaturas variáveis durante o armazenamento. A conservação dos coprólitos deve seguir alguns procedimentos similares a outros materiais desidratados. Por exemplo, deve-se evitar a manipulação de amostras secas em ambientes úmidos e é aconselhável contar com um depósito com condições ambientes controladas.

A colocação dos frascos com as amostras dentro de caixas herméticas permite controlar sua umidade, e também se pode colocar sílica-gel no interior das caixas. Tampouco se deve expor as amostras a umidade inferior à existente em seu ambiente de origem. Portanto, devem-se manter as amostras em locais de condições constantes, já que mudanças podem provocar alterações nos restos orgânicos (Doro & Corvalan, 2006).

Os estudos paleoparasitológicos resultam em novos materiais, como os preparados microscópicos, restos macroscópicos para estudo da dieta e remanescentes de sedimento reidratado, preferentemente guardados em tubos Eppendorf. Em todos os casos, logo depois da análise paleoparasitológica, os sedimentos de cada localidade e que foram expostos a determinados processos podem ser conservados, lavados e secos para seu posterior armazenamento.

A conservação deve referir-se não só à manutenção das características iniciais da amostra, mas também à proteção da informação obtida de amostra e à sua disponibilidade para futuros estudos.

Em relação à conservação, uma estratégia eficiente para a concentração e administração da informação produzida sobre cada amostra deve ser prevista. Jouy-Avantin (2003) pleiteia isso indicando uma série de observações a fazer sobre cada coprólito com o intuito de padronizá-las. Propõe uma ficha descritiva padrão para, no futuro, se contar com uma base de dados global que ajude a determinar a origem zoológica de novas amostras. Montar e manter um banco de imagens também é fundamental.

Em síntese, a conservação de materiais arqueológicos e de seu conteúdo parasitológico pode ser delineada observando-se as seguintes recomendações:

1. Utilizar uma fração mínima da amostra em cada estudo.
2. Coordenar os estudos paleoescatológicos (fitólitos, pólen, carvão, tecido vegetal, pelos, ossos, parasitos etc.) de modo a permitir o emprego simultâneo na mesma fração de coprólito a ser processada.

3. Conservar a frio uma subamostra para estudos moleculares.
4. Manter a amostra original em condições físicas estáveis e semelhantes às originais.
5. Os coprólitos e restos orgânicos devem ser guardados em locais de modo a evitar a proliferação de fungos e bactérias (Dommelier-Espejo, 2001).
6. Armazenar os restos processados de cada amostra (restos macroscópicos, sedimentos reidratados, imagens, pelos, lâminas e demais preparados).
7. Criar um sistema de informação vinculado a cada amostra (inventários de sedimento reidratado, de preparados, de sedimento não processado, de restos macroscópicos, de amostras comparativas, de imagens e anotações de laboratório).
8. Difundir, entre arqueólogos e antropólogos, as orientações gerais para obtenção e conservação das amostras.

Sintetizaram-se, aqui, os aspectos que mais se destacam na metodologia paleoparasitológica clássica. Devem-se considerar também numerosas situações particulares que excedem os alcances desta exposição.

É possível indicar, como critérios gerais, antes de se iniciar uma amostragem ou exame, que a obtenção das amostras é um momento único e geralmente incapaz de ser repetido, e que a aplicação de métodos específicos sobre uma amostra muito provavelmente impedirá a execução de outros ulteriores sobre ela.

PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS EM PALEOPARASITOLOGIA

Na segunda revisão paleoparasitológica, Araújo e colaboradores (1998) assinalaram que o avanço da disciplina dependeria da criação de novas técnicas e de sua aplicação sobre novos materiais. Inicialmente, a disciplina surgiu com os achados em tecidos humanos mumificados (Ruffer, 1910), mas, posteriormente, a maioria dos trabalhos foi feita em coprólitos.

Fizeram-se diversos estudos em tecidos mumificados. Ferreira, Araújo e Confalonieri (1983) empregaram, pela primeira vez, um retosigmoidoscópio para obter tecidos e sedimentos do interior de uma múmia de modo a não causar danos no corpo. Helmintos teciduais, como *Taenia solium*, *Trichinella spiralis* ou *Ecchinococcus* sp., puderam ser vistos por minucioso estudo histológico em múmias e, recentemente, Bruschi e colaboradores (2006) descreveram casos de cisticercose.

Também os cabelos e cerâmica têm sido motivo de intensos estudos paleoparasitológicos nos últimos anos (Harter, 2002; Harter *et al*., 2003). Além disso, a busca de ectoparasitos estendeu-se aos têxteis, tendo-se registrado *Pediculus humanus humanus* em tecidos arqueológicos de Israel (Mumcuoglu *et al*., 2003). Os documentos históricos podem ainda trazer informações que comprovam os resultados dos exames parasitológicos (Araújo *et al*., 1988a).

Como exposto anteriormente, o exame paleoparasitológico de materiais arqueológicos atípicos (bolas de regurgitação e forâmenes sacrais) deram resultados positivos. Diversos sedimentos, tais como depósitos de conchas (concheiros ou sambaquis) e áreas de processamento, ainda que pouco usados, têm mostrado importantes resultados que reforçam sua utilidade para os estudos arqueológicos.

Alguns protozoários parasitos têm sido descritos em escassas ocasiões nos estudos paleoparasitológicos de microscopia óptica. Entre os raros achados, destaca-se o de *Eimeria* sp. em coprólitos de cervídeos datados de 9.000 anos AP (Ferreira *et al*., 1992), *E. macusaniensis* em coprólitos de camelídeos (Leguía, 1999; Fugassa *et al*., 2008c) e *Giardia* sp. em coprólitos de Tennessee (Faulkner, 1991). Essas escassas evidências estão sendo superadas com o uso

de técnicas imunológicas para detecção de protozoários em coprólitos mediante o emprego de anticorpos específicos ou pela utilização de técnicas de biologia molecular (PCR).

A inclusão de técnicas moleculares é uma etapa fundamental no conjunto de estudos envolvidos no conhecimento paleoparasitológico em nível populacional.

A paleogenética tem contribuído com novos e potentes meios de análise. O encontro de DNA de *Ascaris* sp. em depósitos arqueológicos correspondentes a latrinas do século XIV (Loreille *et al*., 2001) trouxeram um grande estímulo para o desenvolvimento de técnicas moleculares em paleoparasitologia. Posteriormente, Iñiguez e colaboradores (2002) mostraram a utilidade da técnica de PCR para detecção de *Enterobius vermicularis*. Além disso, as técnicas moleculares são úteis para o diagnóstico paleoparasitológico de microparasitos, como os agentes da doença de Chagas e leishmaníase (Ferreira *et al*., 2000; Aufderheide *et al*., 2004; Cantarino, 1998). Recentemente, foi registrada a presença de *Trypanosoma cruzi* em *Pediculus humanus* encontrados em pelos humanos e em coprólitos do Chile (Aufderheide *et al*., 2005) e DNA de *Borrelia burgdorferi* em pulgas encontradas em roedores pertencentes a coleções de museus (Persing *et al*., 1990), o que significa uma nova etapa na paleogenética, consistente com a busca de novas fontes de evidências moleculares.

Além disso, os estudos de sequenciamento genômico em parasitos e a detecção de DNA parasitário permitem iniciar o traçado de estudos filogenéticos que incluam mudanças de virulência em relação com os estudos patoecológicos (Gonçalves *et al*., 2002). Evidentemente, as pesquisas moleculares iniciadas em paleoparasitologia estão expandindo os alcances dos estudos de microscopia tradicional.

De modo independente, outras disciplinas estão produzindo informação ecológica e cultural mediante o exame microscópico de sedimentos. Os estudos de microfósseis (pólen, diatomáceas, carvão, fungos, parasitos, fitólitos, amido, esferólitos, tecidos vegetais, pelos etc.) têm limitado poder interpretativo, mas são potencializados pela combinação de diversas provas (Coil *et al*., 2003).

A palinologia talvez seja a disciplina com maior desenvolvimento, proporcionando evidências sobre o consumo de espécies vegetais, sua sazonalidade e outras questões tais como o uso farmacológico que eventualmente possam ter tido (Chaves & Reinhard, 2003; Reinhard, Ambler & McGuffie, 1985). Como exemplo deste último aspecto, Reinhard, Hevly e Anderson (1987) discutem o uso de vermífugos por populações antigas diante da baixa ocorrência de parasitos e presença de sementes de *Chenopodium* sp. nos coprólitos analisados.

Os sedimentos e coprólitos também expõem múltiplos macrofósseis que são objetos de estudo (carvão, madeira, ossos, penas, pelos, sementes, pupas de moscas, insetos escatófagos etc.). Estudos entomológicos, zoológicos, botânicos e antracológicos trazem conhecimentos importantes, o que reforça a interdisciplinaridade como característica valiosa da paleoparasitologia moderna.

Ainda que a paleoparasitologia prometa trazer informações valiosas nos próximos anos, a magnitude destas está limitada pela qualidade das técnicas disponíveis e pela qualidade do material em estudo. Tal limitação está estreitamente vinculada à fluidez das relações entre arqueólogos, paleontólogos e paleoparasitólogos. A difusão desta disciplina no âmbito arqueológico e paleontológico é imprescindível para que, nas escavações, se incluam a recuperação e a conservação de sedimentos orgânicos.

Ao se comparar a primeira revisão de técnicas paleoparasitológicas publicada (Reinhard *et al*., 1988) com a revisão feita dez anos depois (Araújo *et al*., 1998), observa-se que os avanços na disciplina foram consideráveis. Gonçalves, Araújo e Ferreira (2003) fizeram uma nova revisão sobre paleoparasitologia humana e incorporaram novos achados

em 894 coprólitos, oferecendo um panorama global dos parasitos encontrados nos distintos continentes e tomando, como eixo temporal, a colonização ocidental da América.

Em síntese, ao se planejar uma nova revisão de outra 'década paleoparasitológica', talvez as diferenças mais evidentes sejam a incorporação de novos grupos de trabalho,[2] a incorporação dos estudos moleculares à rotina paleoparasitológica e a definitiva incorporação da interdisciplinaridade em sua abordagem.

REFERÊNCIAS

ALLISON, M. J.; BERGMAN, T. & GERSZTEN, E. Further studies on fecal parasites in antiquity. *American Society of Clinical Pathology*, 112: 605-609, 1999.

ALLISON, M. J.; PEZIA, A. & HASEGAWA, I. A case of hookworm infection in a pre-Columbian American. *American Journal of Physical Anthropology*, 41: 103-106, 1974.

ANDERSEN, K. & HALVORSEN, O. Egg size and form as taxonomic criteria in *Dihyllobothrium* (Cestoda, Pseudophyllidea). *Parasitology*, 76: 229-240, 1978.

ARAÚJO, A. Dessecação experimental de fezes contendo ovos de ancilostomídeos. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

ARAÚJO, A.; CONFALONIERI, U. & FERREIRA, L. F. Encontro de ovos de Trichostronylideo e *Trichuris trichiura* em corpo mumificado do período colonial brasileiro. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988.

ARAÚJO, A.; REINHARD, K. J. & FERREIRA, L. F. The role of mummy studies in Paleoparasitology. *Chungará*, 32: 111-115, 2000.

ARAÚJO, A. *et al*. Exame paleoparasitológico. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988a.

ARAÚJO, A. *et al*. Microscopia de varredura de larvas de ancilostomídeos encontradas em coprólitos humanos datados de 3490±120 a 430±70 anos. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988b.

ARAÚJO, A. *et al*. Paleoparasitology: perspectives with new techniques. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 40: 371-376, 1998.

ASCHERO, C. A. El área Río Belgrano-Lago Posadas (Santa Cruz): problemas y estado de problemas. *In*: GÓMEZ OTERO, J. (Ed.). *Arqueología: solo Patagonia*. Buenos Aires: Conicet, 1996.

ASPOCK, H.; AUER, H. & PICHER, O. *Trichuris trichura* eggs in the Neolithic glacier mummy from the Alps. *Parasitology Today*, 12: 255-256, 1996.

ATÍAS, A. *Parasitología Médica*. Santiago de Chile: Mediterraneo, 1998.

AUFDERHEIDE, A. C. *et al*. A 9,000 year record of Chagas' disease. *Proceedings of National Academic of Sciences*, 101: 2.034-2.039, 2004.

AUFDERHEIDE, A. C. *et al*. Aspects of ingestion transmission of Chagas disease identified in mummies and their coprolites. *Chungará*, 37: 85-90, 2005.

[2] Ver *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I, 2003 e 101, supl. II, 2006, dedicados aos estudos paleoparasitológicos e paleopatológicos.

BASTOS, O. M. *et al*. Experimental paleoparasitology: identification of *Trypanosoma cruzi* DNA in dessicated mouse tissue. *Paleopathology Newsletter*, 94: 5-8, 1996.

BATHURST, R. R. Archaeological evidence of intestinal parasites from coastal shell middens. *Journal of Archaeological Science*, 32: 115-123, 2005.

BENENSON, A. S. *El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre*. Washington: Organización Panamericana de Salud, 1992.

BERG, G. E. Last meals: recovering abdominal contents from skeletonized remains. *Journal of Archaeological Science*, 29: 1.349-1.365, 2002.

BINDA, J. A.; MORIENA, R. A. & ALVAREZ, J. D. Comparación de la eficiencia de dos técnicas de diagnóstico de giardiosis canina. *Revista de Veterinaria*, 14: 88-89, 2003.

BOUCHET, F. Recovery of helminth eggs from archaeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France). *The Journal of Parasitology*, 81: 785-787, 1995.

BOUCHET, F. Intestinal capillatiasis in neolithic inhabitants of Chalain (Jura, France). *The Lancet*, 349: 256, 1997.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & LE BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitology research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-102, 2003.

BOUCHET, F. *et al*. First paleoparasitological analysis of the midden in the Aleutian islands (Alaska): results and limits. *The Journal of Parasitology*, 85: 369-372, 1999.

BOUCHET, F. *et al*. Identification of parasitosis in a child burial from Adak island (Central Aleutian Islands, Alaska). *Life Sciences*, 324: 123-127, 2001.

BOUCHET, F. *et al*. First recovery of *Schistosoma mansoni* eggs from a latrine in Europe (15-16th centuries). *The Journal of Parasitology*, 88: 404-405, 2002.

BOUCHET, F. *et al*. Parasite remains in archaeological sites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl.1: 47-52, 2003.

BRUSCHI, F. *et al*. Short report: cysticercosis in an Egyptian mummy of the Late Ptolemaic period. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74: 598-599, 2006.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Scientist*, 8: 35-40, 1960.

CANTARINO, L. M. C. *Leishmaniose Tegumentar Americana: uso de técnicas da biologia molecular no diagnóstico de infecção de roedores de coleção do Museu Nacional*, 1998. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

CHAME, M. *Estudo Comparativo das Fezes e Coprólitos não Humanos da Região Arqueológica de São Raimundo Nonato, Sudeste do Piauí*, 1988. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHAME, M. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 71-94, 2003.

CHAPMAN, A. & HESTER, T. R. New data on the archaeology of the Haush, Tierra del Fuego. *Journal de la Societé des Américanistes*, 62: 185-208, 1973.

CHAVES, E. J.; ECHEVERRIA, M. M. & TORRES, M. S. *Clave para la Determinación de Nematodes del Suelo de la República Argentina*. Mar del Plata: Ediciones Universidad Nacional de Mar del Plata, 1995.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. Paleopharmacology and pollen: theory, method, and application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,* 98, supl. 1: 207-211, 2003.

COCKBURN, A. *et al*. Autopsy of an Egyptian mummy. *Science*, 187: 1.155-1.160, 1975.

COIL, J. *et al*. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30: 991-1.008, 2003.

COIMBRA JR, C. E. A. & MELLO, D. A. Enteroparasitas e *Capillaria* sp. entre o grupo Suruí, Parque Indígena Aripuanã, Rondônia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 76: 299-302, 1981.

COIMBRA JR, C. E. A. *et al*. Estudos epidemiológicos entre grupos indígenas de Rondônia. II. Bactérias enteropatogênicas e gastrenterites entre os Suruí e Karitiána. *Revista da Fundação SESP*, 30: 111-119, 1985.

CONFALONIERI, U. O diagnóstico da trichuríase humana e animal. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988a.

CONFALONIERI, U. The experimental approach to paleoparasitology: desiccation of Trichuris trichiura eggs. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988b.

CONFALONIERI, U. *et al*. The use of statistical test for the identification of heminth eggs in coprolites. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988a.

CONFALONIERI, U. *et al*. Trends and perspectives in paleoparasitological research. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. (Eds.). *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988b.

DANIELS, W. W. *Bioestadística*. México: Noriega Editores, 2000.

DEL COCO, V. F. *et al*. *Cryptosporidium* spp en terneros de un área rural de la provincia de Buenos Aires. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 3, supl.: 208, 2006.

DITTMAR, K. & TEEJEN, W.R. The presence of *Fasciola hepatica* (liver fluke) in human and cattle from a 4500 years old archaeological site in the Saale-Unstrut Valley, Germany. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 141-144, 2003.

DOMMELIER-ESPEJO, S. *Contribution à l'Étude Paléoparasitologique des Sites Néolithiques en Enviromement Lacustre dans les Domaines Jurassien et Peri-Alpin*, 2001. Thèse Docteur, Reims: Université de Reims.

DORO, R. A. & CORVALAN, C. P. Aproximación al estudio de los restos momificados, 2006. Disponível em: <www.momias.com.ar/articulos/ramomias.htm> (última actualización Equipo NayA 1996-2008).

FAULKNER, C. T. Prehistoric diet and parasitic infection in Tenesee: evidence from the analysis of desiccated human paleofeces. *American Antiquity*, 56: 687-700, 1991.

FAULKNER, C. T.; SHARON, P. & JOHNSON, S. S. Prehistoric parasitism in Tennessee: evidence from the analysis of desiccated faecal material collected from Big Bone cave, Van Buren, Tennessee. *The Journal of Parasitology*, 75: 461-463, 1989.

FERNANDES, A. *et al*. Intestinal parasite analysis inorganic sediments collected from a 16th century Belgian archaeological site. *Cadernos de Saúde Pública*, 21: 329-332, 2005.

FERREIRA, L. F. & ARAÚJO, A. On hookworms in the Americas and trans-pacific contact. *Parasitology Today*, 12: 454, 1996.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of eggs and larvae of parasitic helminths in archaeological material from Unaí, Minas Gerais, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 75: 798-800, 1980.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of helminth eggs in a Brazilian mummy. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 77: 65-67, 1983.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & DUARTE, A. N. Nematode larvae in fossilized animal coprolites from Lower and Middle Pleistocene sites, Central Italy. *The Journal of Parasitology*, 79: 440-442, 1993.

FERREIRA, L. F. *et al*. *Eimeria* oocysts in deer coprolites dated from 9,000 years BP. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 87: 105-106, 1992.

FERREIRA, L. F. *et al*. Paleoparasitology of Chagas disease revealed by infected tissues from Chilean mummies. *Acta Tropica*, 75: 79-84, 2000.

FIEL, C. A.; STEFFAN, P. E. & FERREYRA, D. A. *Manual para el Diagnóstico de Nematodes en Bovinos*. Argentina: Bayer, 1998.

FIGUERERO TORRES, M. J. Análisis del coprolito del sitio Alero del Dique, provincia del Neuquén. *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras*. *Trabajos de Prehistoria, Publicación*, 1: 165 168, 1981.

FIGUERERO TORRES, M. J. Análisis de coprolitos: el caso de Las Buitreras. *In*: CONGRESO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA, VII, 1982, Colonia del Sacramento, Uruguay.

FUGASSA, M. H. Examen paleoparasitológico de sedimentos de un sitio arqueológico, Río Mayo, Chubut, Argentina. *Parasitología Latinoamericana*, 61: 172-175, 2006.

FUGASSA, M. H. & BARBERENA, R. Cuevas y zoonosis antiguas: paleoparasitología del sitio Orejas de Burro 1 (Santa Cruz, Argentina). *Magallania*, 34: 57-62, 2006.

FUGASSA, M. H.; ARAÚJO, A. & GUICHÓN, R. A. Quantitative paleoparasitology applied to archaeological sediments. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 29-33, 2006.

FUGASSA, M. H.; SARDELLA, N. H. & DENEGRI, G. M. Paleoparasitological analysis of a raptor pellet from Southern Patagonia. *The Journal of Parasitology*, 93: 421-422, 2007.

FUGASSA, M. H. *et al*. Paleoparasitological records in Canid coprolite from Patagonia, Argentina. *The Journal of Parasitology*, 92: 1.110-1.111, 2006.

FUGASSA, M. H. *et al*. Paleoparasitological analysis applied to skeletal sediments of Meridional Patagonian collections. *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.408-1.411, 2008a.

FUGASSA, M. H. *et al*. *Capillaria* spp. findings in Patagonian archaeological sites: statistical analysis of morphometric data. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 104-105, 2008b.

FUGASSA, M. H. *et al*. Eimeriid oocysts from archaeological samples in Patagonia, Argentina. *The Journal of Parasitology*, 94: 1.418-1.420, 2008c.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L.F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl.1: 103-118, 2003.

GONÇALVES, M. L. C. *et al*. Detection of *Giardia duodenalis* antigen in coprolites using a commercially available enzyme-linked immonobsorbent assay. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96: 640-643, 2002.

GUERRA, R. M. S. N. C. *et al*. Ecological analysis of acari recovered from coprolites from archaeological sites of Northeast Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 181-190, 2003.

HARTER, S. *Implications de la Paléoparasitologie dans l'Étude des Populations Anciennes de la Vallée du Nil et du Proche-Orient: études de cas*, 2002. Thèse, Champagne-Ardenne: Université de Reims.

HARTER, S. *et al*. First paleoparasitological study of an embalming rejects jar found in Saqqara, Egypt. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 119-121, 2003.

HAWDON, J. M. & JOHNSTON, S. A. Reply. *Parasitology Today*, 12: 454, 1996.

HEIZER, R. F. & NAPTON, L. K. Biological and cultural evidence from prehistoric human coprolites. *Science*, 165: 563-568, 1969.

HIDALGO ARGUELLO, M. R. New paleoparasitological techniques. *Journal of Archaeological Science*, 33: 372-377, 2006.

HOLLIDAY, D. M.; GUILLEN, S. & RICHARDSON, D. J. Diphyllobothriasis of the Chiribaia culture (700–1476 AD) of Southern Peru. *Comparative Parasitology*, 70: 167-171, 2003.

HORNE, P. D. & TUCK, J. A. Archaeoparasitology at a 17th Century site in Newfoundland. *The Journal of Parasitology*, 82: 512-515, 1996.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. *Enterobius vermicularis*: specific detection by amplification of an internal region of 5S ribosomal RNA intergenic spacer and trans-splicing leader RNA análisis. E. vermicularis: specific detection by PCR and SL1 RNA analysis. *Experimental Parasitology*, 102: 218-222, 2002.

JONES, A. K. G. Recent finds of intestinal parasite ova at York, England. *In*: EUROPEAN MEMBERS MEETING, 4, 1982a, Middelburg, Antwerpen. (Papers on Paleopathology)

JONES, A. K. G. Human parasite remains: prospect for a quantitative approach. *In*: HALL, A. R. & KENWARD, H. K. (Eds.). *Environmental Archaeology in the Urban Context*. London: Council for British Archaeology, 1982b. (Research Report, 43)

JONES, A. K. G. Intestinal parasite ova from archaeological deposits. Paleopathology Association. *In*: EUROPEAN MEETING, 5, 1984, Siena.

JONES, A. K. G. Coprolites and faecal concretions. *In*: BELL, M. (Ed.). *Brean Down Excavations 1983-1987*. London: English Heritage, 1990. (Archaeological Report, 15)

JONES, A. K. G. Coprolites and faecal material in archaeological deposits: a methodological approach. *Quaderni del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti*, sez. archeologica - Università di Siena, 1992.

JOUY-AVANTIN, F. A standardized method for the description and study of coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 30: 367-372, 2003.

JOUY-AVANTIN, F. *et al*. Helminth eggs in animal coprolites from a Middle Pleistocene site in Europe. *The Journal of Parasitology*, 85: 376-379, 1999.

KAMINSKY, R. D. *Manual de Parasitología*. Tegucigalpa: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2003.

KELLOGG, J. A. & ELDER, C. J. Justification for use of a single trichrome stain as the sole means for routine detection of intestinal parasites in concentrated stool specimens. *Journal of Clinical Microbiology*, 37: 835-837, 1999.

KLIKS, M. M. Helminths as heirlooms and souvenirs: a review of New World paleoparasitology. *Parasitology Today*, 6(4): 93-100, 1990.

LE BAILLY, M. *Evolution de la Relation Hôte/Parasite dans les Systèmes Lacustres Nord Alpins au Néolitique (3900–2900BC), et Nouvelles Données dans la Détection des Paléoantigènes de Protozoa*, 2005. Thésis Doctoral, Reims: Université de Reins Champagne-Ardenne.

LE BAILLY, M. *et al*. *Diphyllobothrium*: neolithic parasite? *The Journal of Parasitology*, 91: 957-959, 2005.

LE BAILLY, M. *et al*. New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old World archaeological site using immunofluorescence and enzyme-linked immunoabsorbent assays. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 298-300, 2008.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. 2. ed. Amsterdan: Elsevier Science, 1998.

LEGUÍA, P. G. *Enfermedades Parasitarias de Camélidos Sudamericanos*. Lima: Editorial del Mar, 1999.

LEGUÍA, P. G.; CASAS, A. E. & JANE, W. Parasitismo en camélidos prehispánicos. *Parasitología al Día*, 19: 435, 1995.

LOREILLE, O. *et al*. Ancient DNA from Ascaris: extraction amplification and sequences from eggs collected in coprolites. *International Journal for Parasitology*, 31: 1.101-1.106, 2001.

LUTZ, A. *Schistosoma mansoni* e a schistosomatose segundo observacoes feitas no Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 11: 121-155, 1919.

MARDER, G. *et al*. *Determinación Parasitaria en Materia Fecal de Perros y Gatos de la Ciudad de Corrientes*. Chaco: Universidad Nacional del Nordeste, 2000. (Comunicación Científica y Tecnológica)

MARTI, C. D. Raptor food habits studies. *In*: PENDLETON, B. A. *et al.* (Eds.). *Raptor Management Techniques Manual*. Washington: National Wildlife Federation, 1987. (Scientific Technique Series, 10)

MARTÍN, L. & BEAVER, P. Evaluation of Kato thik-smear technique for quantitative diagnosis of helminth infections. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 17: 382-391, 1968.

MIYAZAKI, I. *An Illustrated Book of Helminthic Zoonoses*. Tokyo: International Medical Foundation of Japan, 1991.

MOORE, J. G. Thorny-headed worm infection in North American prehistoric man. *Science*, 163: 1.324-1.325, 1969.

MOORE, P. D. Life seen from a medieval latrine. *Nature*, 294: 614, 1981.

MORAVEC, F. *Parasitic in Cold-Blooded Vertebrates*. Praha: Academia, 2001.

MUMCUOGLU, K.Y. *et al*. Body louse remains found in textiles excavated at Masada, Israel. *Journal of Medical Entomology*, 40: 585-587, 2003.

NAROSKY, Y. & IZURIETA, D. *Guía para la Identificación de las Aves de Argentina y Uruguay*. Buenos Aires: Asociación Ornitológica del Plata, 1987.

NAVONE, G. T. *et al*. Estudio comparativo de recuperación de formas parasitarias por tres diferentes métodos de enriquecimiento coproparasitológico. *Parasitología Latinoamericana*, 60: 178-181, 2005.

NORONHA, D. *et al*. *Echinopardalis* sp. (Acanthocephala, Oligacanthorhynchidae) eggs in felid coprolites dated from 9000 years before present, found in the Brazilian northeast. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 89: 119-120, 1994.

ORTEGA, Y. R. & BONAVIA, D. *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Cyclospora* in ancient Peruvians. *The Journal of Parasitology*, 89: 635-636, 2003.

PEREZ TORT, D. & SIGAL ESCALADA, G. *Demodicosis en Caninos y Felinos*. Buenos Aires: Inter-Médica, 2006.

PERSING, D. H. *et al*. Detection of *Borrelia burgdoferi* DNA in museum specimens of *Ixodes dammini* ticks. *Science*, 249: 1.420-1.423, 1990.

PIKE, A. W. Recovery of helminth eggs from archaeological excavations, and their possible usefulness in providing evidence for the purpose of an occupation. *Nature*, 219: 303-304, 1968.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J.; AMBLER, J. R. & MCGUFFIE, M. Diet and parasitism at Dust Devil Cave. *American Antiquity*, 50: 819-824, 1985.

REINHARD, K.; HEVLY, R. H.; ANDERSON, G. A. Helminth remains from prehistoric Indian coprolites on the Colorado Plateau. *The Journal of Parasitology*, 73: 630-639, 1987.

REINHARD, K. J. *et al*. Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitological technique. *Homo*, 37: 217-239, 1988.

REINHARD, K. *et al*. Discovery of colon contents in a skeletonized burial: soil sampling for dietary remains. *Journal of Archaeological Science*, 19: 697-705, 1992.

ROCHA, G. C. *et al*. Paleoparasitological remains revealed by seven historic contexts from Place d'Armes, Namur, Belgium. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 43-52, 2006.

RUAS, J. L. *et al*. Infecção por *Capillaria hepatica* em carnívoros silvestres (*Lycalopex gymnocercus* e *Cerdocyon thous*) na região sul do Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto do Biologia*, 70: 127-130, 2003.

RUFFER, M. A. Note on the presence of bilharzia haematobia in Egyptian mummies of the Twentieth Dynasty (1250–1000 BC). *British Medical Journal*, 1: 16, 1910.

RUZIN, S. E. *Plant Microtechniques and Microscopy*. New York: Oxford University Press, 1999.

SANTORO, C.; VINTON, S. H. D. & REINHARD, K. J. Inca expansion and parasitism in the Lluta Valley: preliminary data. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 161-163, 2003.

SOCIEDADE ESPAÑOLA DE ENFERMEDADS INFECCIOSAS Y MICROBIOLOGÍA CLÍNICA (SEIMC). Control de calidad de parasitología P-1/98, 1998. Disponível em: <www.seimc.org>. Acesso em: 6 set. 2010.

SHAFER, H. J.; MAREK, M. & REINHARD, K. J. A Mimbres burial with associated colon remains from the NAN Ranch Ruin, New Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 16:17-30, 1989.

SIANTO, L. *et al*. The finding of *Echinostoma* (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated 600–1,200 years before present. *Journal of Parasitology*, 91: 972-975, 2005.

SOULSBY, E. J. *Parasitología y Enfermedades Parasitarias en los Animales Domésticos*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1987.

TAEK HAN, E. *et al*. Detection of parasite eggs from archaeological excavations in the Republic of Korea. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 123-126, 2003.

TAYLOR, E. L. Parasitic helminthes in medieval remains. *Veterinary Records*, 67: 218-228, 1955.

THIENPONT, D.; ROCHETTE, F. & VANPARIJS, O. F. J. *Diagnóstico de las Helmintiosis por Medio del Examen Coproparasitológico*. Beerse: Janssen Research Foundation, 1979.

UBELAKER, J. E. & ALLISON, V. F. Scanning electron microscopy of the eggs of *Ascaris lumbricoides*, *A. suum*, *Toxocara canis*, and *T. mystax*. *The Journal of Parasitology*, 61: 802-807, 1975.

VALERO, M. A. *et al*. Patterns in size and shedding of *Fasciola hepatica* eggs by naturally and experimentally infected murid rodents. *The Journal of Parasitology*, 88: 308-313, 2002.

VAN CLEAVE, H. J. & ROSS, J. A. A method for reclaiming dried zoological specimens. *Science*, 105(2.725): 318, 1947.

WARNOCK, P. J. & REINHARD, K. J. Methods for extracting pollen and parasite eggs from latrine soils. *Journal of Archaeological Science*, 19: 261-264, 1992.

YE, X. P. *et al*. The non-randomness of the distribution of Trichuris trichiura ad Ascaris lumbricoides eggs in faeces and the effect of stirring faecal specimens. *Tropical Medicine and International Health*, 2: 261-264, 1997.

16

Diagnóstico de Coprólitos, ou Quem Fez o Coprólito?

Marcia Chame • Luciana Sianto

Ao encontrarmos um *pen drive* perdido e acessarmos os arquivos nele encontrados, sem dúvida, após alguma observação, poderíamos conjecturar sobre o perfil de seu dono. O conjunto das informações presentes muito provavelmente apontaria para a provável profissão dessa pessoa, seus interesses, lugares por onde passou, sua relação familiar, nos permitiria arriscar algum palpite sobre seu sexo.

Assim se dá com restos biológicos encontrados na natureza, verdadeiramente unidades armazenadoras de informação. Com um olhar interessado, capacidade e técnicas adequadas, muito se pode saber e reconstruir a partir de algumas amostras encontradas. Nosso objeto de pesquisa pode ser inicialmente inusitado ou mesmo repugnante. Desprovidos da bizarrice do primeiro impacto, encontramos, nos restos fecais eliminados por indivíduos de qualquer espécie, informações surpreendentes, que vão além dos hábitos alimentares e dos itens das últimas dietas ingeridas. Os dados neles contidos são como pastas de arquivos possíveis de desvendar, assim como os capítulos deste livro.

O encontro de parasitos, por exemplo, revela um conjunto de adaptações sofridas pelos seus produtores aos ecossistemas em que vivem e nos contam, se formos capazes de remontar os dados observados como peças de um quebra-cabeça, a história evolutiva, a filogenia, os processos e caminhos de dispersão ao longo do tempo e das intrincadas redes alimentares de suas populações, vetores e espécies de hospedeiros (Araújo, Rangel & Ferreira, 1993; Ley *et al.*, 2008).

Apesar da estranheza, o termo 'coprólito' (do grego *kopros* - fezes e *lithos* - pedra) remonta ao início do século XIX, quando o reverendo inglês William Buckland (1829a, 1829b, 1830), geólogo e paleontólogo, caçador de dinossauros, reconhece fezes naturalmente fossilizadas e lhes atribui este nome. No entanto, o interesse pela análise de fezes conservadas naturalmente, fossilizadas ou apenas dessecadas, se estabelece no final do século XIX e início do século XX.

No Brasil, o primeiro registro do termo coprólito e da possibilidade de seu uso como objeto de pesquisa é de 1866, em comentário do médico Otto Edward Henry Wucherer ao discurso proferido na Reunião Anual de 1865 por Benjamin E. Cotting, secretário de Relações Estrangeiras da Sociedade Médica de Massachussets e ex-membro da Expedição Agassiz ao Brasil, e publicado na *Gazeta Médica* da Bahia. Em seu comentário, Wucherer (1866: 129) registra:

> os coprolites, fezes petrificadas encontradas dentro e fora de animais fósseis, revelam-nos, muitas vezes não só a natureza do ingesta, exibindo partes de outros animais consumidos, mas até a natureza da superfície mucosa dos intestinos e provam que a ingestão era feita, naqueles tempos, pouco mais ou menos como nos nossos tempos.

A partir daí, embora ainda incipiente, a compreensão de que a análise de restos pouco ou não digeridos encontrados nos excrementos humanos, como as sementes, pode revelar hábitos e dados ecológicos das populações pré-históricas, é evidenciada pela crescente publicação de artigos científicos (Harshberger, 1896).

O encontro de coprólitos durante as escavações arqueológicas requer certa experiência em identificá-los. Por estarem dispostos nas camadas sedimentares, devem ser diferenciados, pela forma e textura, do solo em que se encontram. Nem sempre essa tarefa é simples, uma vez que diversas formas, nem sempre óbvias, são encontradas. Nesse universo deve-se ainda considerar o encontro de coprólitos de espécies extintas, como dinossauros, para os quais não há parâmetros de comparação com a fauna atual. Considerando que a presença de fosfato nas fezes auxilia o processo de mineralização e conservação das fezes, a ocorrência de encontros de coprólitos de carnívoros, naturalmente ricos em fosfato e cálcio obtidos dos ossos e dentes de suas presas, é mais abundante nas coleções.

As fezes de herbívoros contêm lignina e celulose das plantas e requerem do ambiente os minerais necessários a sua melhor conservação. Durante o processo de mineralização ou dessecação, as fezes são também hábitat para muitas espécies. Essa colonização, típica do processo de decomposição, pode descaracterizar ou alterar a forma original das fezes, trazer elementos externos que passam a contaminar a amostra, como insetos, fungos e ácaros, entre outros (Guerra *et al.*, 2003; Dormont *et al.*, 2007). A associação de coprólitos a artefatos e esqueletos humanos ou de animais, ou ainda a outros vestígios, pode ajudar e facilitar a identificação do coprólito *in situ*. A primeira dificuldade para o estudo de coprólitos decorre da dispersão e conservação nas camadas sedimentares. Os problemas originam-se, principalmente, dos processos geológicos, dos distintos modos de conservação dos coprólitos e do desconhecimento da fauna local. No entanto, a dispersão e a conservação dos coprólitos nas camadas sedimentares, resultantes de processos geológicos e de conservação distintos, que abrangem além dos sítios arqueológicos as áreas de uso em seu entorno, aliadas muitas vezes ao desconhecimento da fauna local, geram a primeira dificuldade para o estudo desse material. Como identificar a origem do coprólito? Humano ou animal? Nesse caso, de qual espécie? Esse não é um problema recente, e muitos foram os pesquisadores que precisaram enfrentá-lo. Até hoje procuramos a melhor solução quando iniciamos a análise de uma amostra oriunda de um sítio arqueológico ou de coletas feitas no solo. Afinal, para a mais precisa e fácil identificação dos restos encontrados precisamos de uma pista para iniciar a busca das informações que queremos. Que universo de informações e formas se espera encontrar no material analisado que permita inferir sobre quem habitava aquele lugar, o que comia, que parasitos albergava, que doenças poderiam existir naquele contexto, que hábitos indiretamente poderiam ser atribuídos àquelas populações?

Os trabalhos iniciais de identificação da origem dos coprólitos usaram os parâmetros mais óbvios como a aparência e a forma, após correlacioná-las às das fezes recentes disponíveis e à experiência própria. Essa metodologia foi usada por Eames (1930), ao estudar coprólitos de preguiça-gigante extinta, pela forma e conteúdo alimentar.

Da mesma forma, pela aparência e restos microscópicos, Grzywinski (1959-1960) analisa 36 amostras de coprólitos dos séculos XI, XII e XIII de Opole, na Polônia, como de pequenos ruminantes (ovelhas e cabras), cães, cavalos e provavelmente de porcos. Heizer e Napton (1969), entretanto, apontaram a dificuldade de identificar coprólitos humanos e de ursos, em particular, afirmando que uma sistematização de parâmetros para identificação deveria ser detalhada.

Durante as análises dos coprólitos, Callen e Cameron (1960) observaram que a solução de fosfato trissódico a 0,5% usada para reidratar as amostras tornava-se opaca, de cor castanho-escura ou preta e de odor fétido, quando as fezes eram de origem humana. Esse parâmetro passou, então, a ser utilizado para o diagnóstico de coprólitos humanos (Fry & Hall, 1969; Fry, 1970), o que certamente leva a erros de interpretação se aplicado a amostras fecais de qualquer região.

À medida que o universo de amostras encontradas refletia a diversidade de espécies animais, além da humana, que habitavam as áreas de estudo, outros parâmetros foram incorporados ao elenco de fatores que, em conjunto, passaram a ser utilizados para elucidar a origem humana dos coprólitos. Assim, Fry e Moore (1969), em análise de 142 amostras de coprólitos coletadas em Hogup Cave, Colorado (Estados Unidos), com datações de 7.837±630 anos a 650±100 anos, incluíram como parâmetros para a identificação do coprólito a sua posição no contexto arqueológico do sítio, os restos de plantas encontradas que poderiam já estar em algum nível de domesticação e o encontro de ossos e carvão.

No entanto, o padrão de cor da solução reidratante ainda se mantinha como parâmetro importante para se identificar o coprólito, uma vez que outros estudos reiteravam o padrão castanho-escuro/preto opaco para humanos, amarelo translúcido para herbívoros e castanho pálido translúcido para carnívoros (Bryant & Williams-Dean, 1975).

Concomitantemente a esses estudos, alguns outros já mostravam certos problemas quanto a essa padronização, como os realizados por Wilke e Hall (1975) na Califórnia com material humano de 1.000–1.500 anos, nos quais observaram que algumas amostras tornavam a solução de reidratação mais clara do que a solução padronizada. À época, os pesquisadores atribuíram tal reação ao fato de essas amostras serem as mais secas dentre as examinadas.

Com o andamento das pesquisas e reidratação de coprólitos e fezes de outras espécies, esses padrões começaram a perder a consistência. Testes feitos por Fry (1976) com amostras de zoológicos mostraram que as fezes de quati (*Nasua* sp.) apresentaram o mesmo padrão de coloração atribuído às amostras humanas, associado à dieta onívora. Chame (1991), em estudo com fezes e coprólitos de mamíferos coletados na região arqueológica de São Raimundo Nonato, no Piauí, identifica fezes e coprólitos de espécies não onívoras que podem tornar a solução de reidratação castanho-escura/preta opaca, como o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), espécie insetívora, e o mocó (*Kerodon rupestris*), um roedor que se alimenta de folhas e cascas de árvores.

Outros parâmetros foram reunidos e, entre eles, o encontro de parasitos que, se de fácil diagnóstico e específico, por si já determinava a origem zoológica do coprólito. Foi o caso do encontro dos nematódeos das espécies *Enterobius vermiculares* e *Trichuris trichiura* publicados por Fry (1976), Araújo (1980), Ferreira e colaboradores (1980, 1991), Araújo, Ferreira e Confalonieri (1981) e Rey (2008).

No entanto, nem sempre o diagnóstico de parasitos é simples e passível de identificação específica. Jones (1982) questionou a identificação dos ovos de helmintos encontrados nos coprólitos e diagnosticados por padrões morfométricos, uma vez que podem ter ocorrido alterações na morfometria dos ovos durante o processo de dessecação. Essas mudanças foram testadas por Confalonieri (1983) em *Trichuris trichiura* e por Araújo (1987) em ancilostomídeos e não ocorreram de forma significativa.

Atualmente, ainda é escassa a literatura taxonômica que descreve com detalhes a morfometria de ovos e formas larvares de espécies de helmintos e a morfometria de protozoários, o que permitiria a identificação dos coprólitos e dos parasitos neles encontrados. Os estudos taxonômicos detêm-se basicamente nos indivíduos adultos e, não raramente, omitem informações relevantes sobre os hospedeiros, o número de indivíduos encontrados durante a necropsia, a biocenose encontrada, a descrição acurada do local de coleta (tanto o local do encontro do hospedeiro

como o local específico de onde os indivíduos foram coletados no interior do hospedeiro), a proporção de machos e fêmeas encontrada, entre outros dados de importância biológica e ecológica

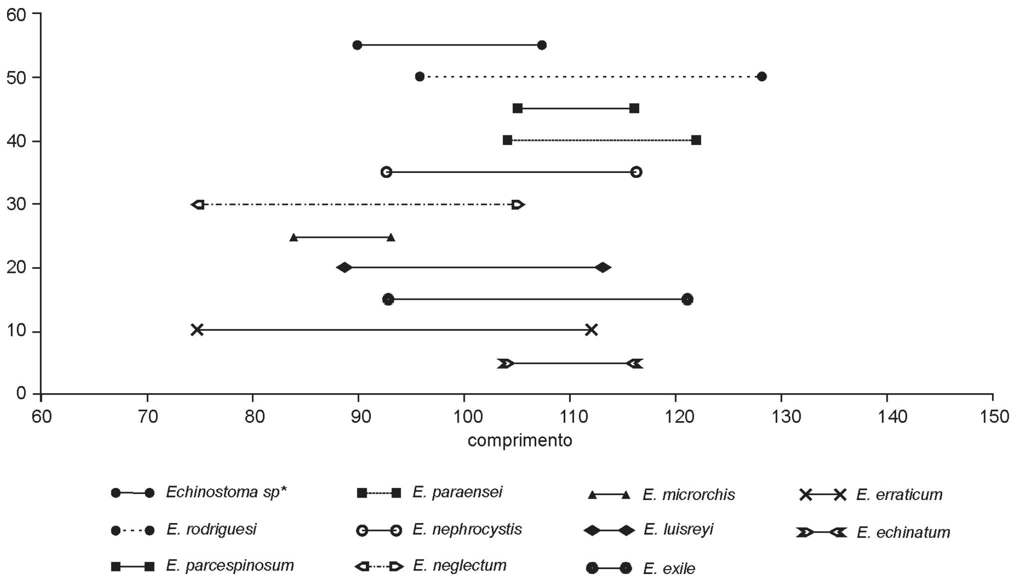
O DIAGNÓSTICO DE OVOS DE HELMINTOS

A experiência e a base de dados acumuladas nas análises parasitológicas de coprólitos permitem estabelecer que uma grande amostragem das medidas de ovos (pelo menos cerca de cinquenta medidas de ovos – comprimento e largura, com e sem opérculo, quando for o caso) possibilita a confecção de uma curva de distribuição de medidas para a espécie. Esse simples tratamento estatístico, além de outros, é claro, é fundamental para a identificação de ovos de helmintos de duas espécies semelhantes que podem estar presentes em uma mesma amostra, o que pode ser sugerido pelo encontro de uma distribuição bimodal para o conjunto de medidas da amostra. Permite, ainda, identificar a amplitude e a variação métrica características da espécie ou de algumas populações.

A identificação de sobreposições de medidas de ovos de helmintos e as características morfológicas como aspecto da massa embrionária e presença de larvas, número de envoltórios, tipo de casca, opérculos, além de outras estruturas internas, constrói a consistência de parâmetros que podem ser usados para a identificação de famílias, gêneros e espécies de helmintos. Um exemplo claro é a dificuldade na identificação de ovos das espécies de nematódeos ancilostomídeos e trematódeos do gênero *Echinostoma*, cujas medidas apresentam uma complexa sobreposição de tamanhos (Araújo, 1987; Chame, 1988; Sianto, 2004) (Gráficos 1 e 2).

Por outro lado, a morfometria dos ovos do gênero *Trichuris* é um parâmetro confiável para a aproximação do diagnóstico das espécies desse gênero, quando descritos obviamente (Confalonieri, 1983; Ferreira *et al.*, 1991), assim como para alguns acantocéfalos.

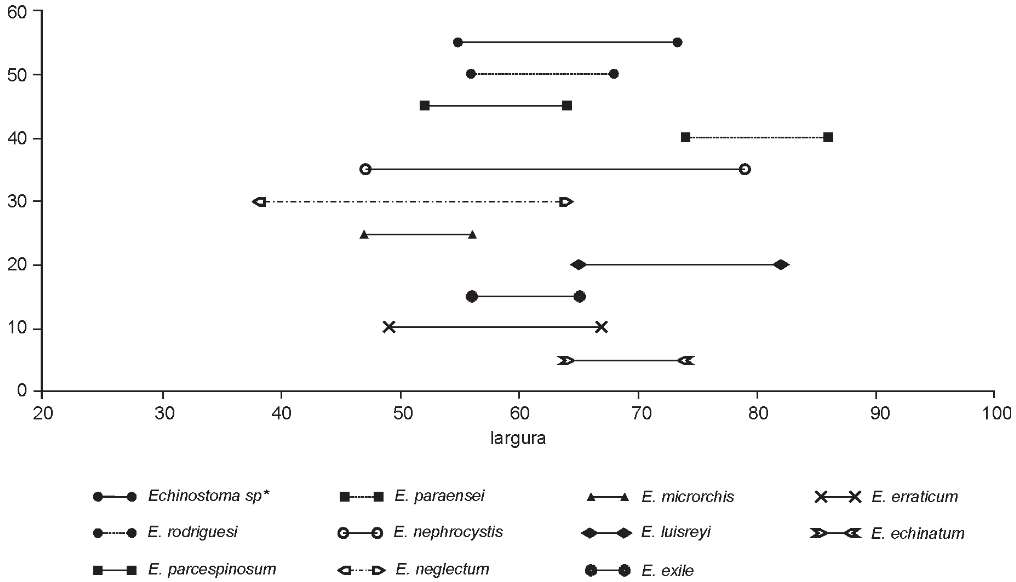
Gráfico 1 – Variação da amplitude do comprimento dos ovos de *Echinostoma* (Trematoda: Echinostomatidae) descritos no Brasil



* *Echinostoma* sp. encontrado em corpo mumificado no sítio arqueológico da lapa do Boquete, vale do Peruaçu, município de Januária, MG, Brasil.

Fonte: Sianto (2004).

Gráfico 2 – Variação da amplitude da largura dos ovos de *Echinostoma* (Trematoda: Echinostomatidae) descritos no Brasil



* *Echinostoma* sp. encontrado em corpo mumificado no sítio arqueológico da lapa do Boquete, vale do Peruaçu, município de Januária, MG, Brasil.

Fonte: Sianto (2004).

Muitas vezes, a identificação de um ovo de helminto se torna confusa quando se observa uma diversidade de formas semelhantes. Nesses casos, a observação acurada das variações da morfologia deve estar centrada na possibilidade de se estar observando uma variação decorrente da ontogenia (Prancha 1).

Prancha 1 – Ovos de *Trichuris* sp. (Nematoda: Trichuridae) em diferentes estágios embrionários. Aumento de 400x



Ovos com massa embrionária | Ovos com células em divisão | Ovo larvado

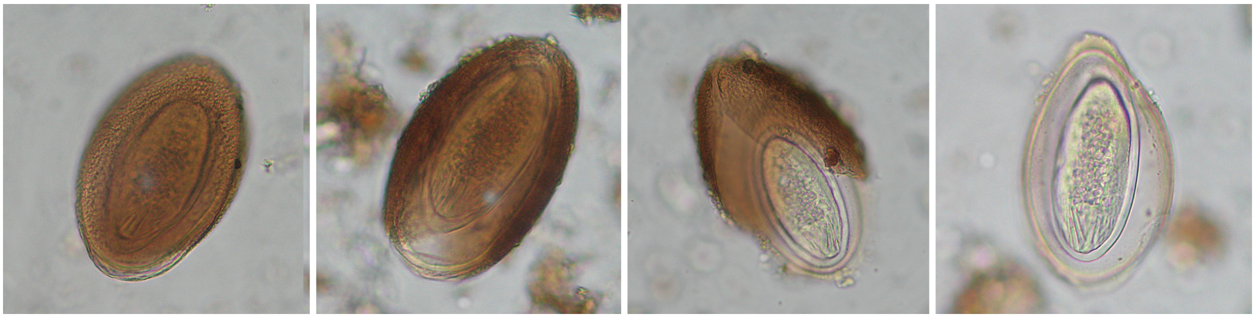
* *Trichuris* sp (62-70 x 32-37μm) em coprólitos de *Kerodon rupestris* (mocó) (Rodentia: Caviidae). Parque Nacional Serra da Capivara, PI, Brasil.

** *Trichuris* sp (54 x 27 μm) em fezes de *Cerdocyon thous* coletado na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP, Brasil.

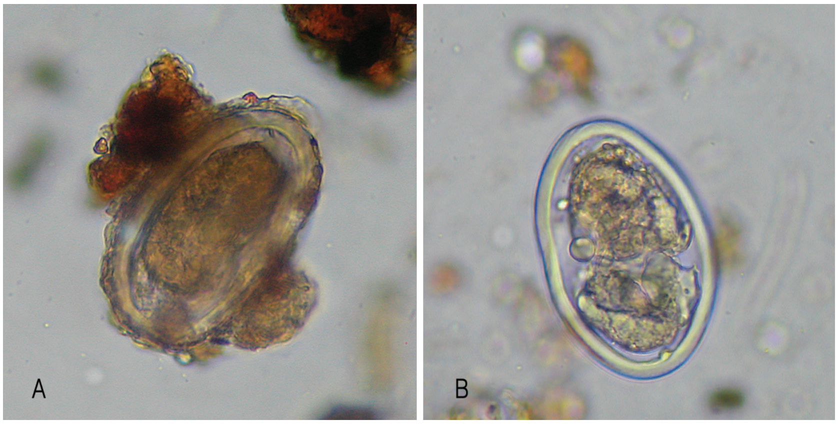
Foto Rita Soares Nunes.

As alterações por processos tafonômicos, como achatamentos ou dobraduras por ressecamento, são razoavelmente fáceis de se observar, quando existe um número adequado de ovos na amostra. Entretanto, é comum a perda de membranas, envoltórios e cascas, bem como a abertura de opérculos – provocada, possivelmente, pelo processo de reidratação ao qual são submetidas as amostras. Nesses casos, se não for possível encontrar alguns ovos que comprovem esses estágios intermediários, a identificação pode se tornar inviável ou ainda equivocada (Pranchas 2 e 3).

Prancha 2 – Ovos de Acanthocephala não identificado (81-96,8 x 47-60 μm) em coprólitos de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradacytla*) (Pilosa: Myrmecophagidae) em diferentes fases até o rompimento completo da casca e exposição do acanthor. Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. Aumento de 400x



Prancha 3 – Ovos de ascarídeo (69 x 39μm, com casca) (Nematoda: Ascaridae) em fezes recentes de *Kerodon rupestris* (mocó) (Rodentia: Caviidae), em diferentes estágios embrionários. Parque Nacional Serra das Confusões, Piauí, Brasil. Aumento de 400x



(A) ovo com a casca espessa mamilonada; (B) ovo sem a casca, com redução de cerca de 3 μm em ambas as medidas.

DIAGNÓSTICO DE FEZES DE ANIMAIS

Interessante observar que a discussão acerca da identificação de coprólitos tenha persistido por tanto tempo, já que, nos estudos biológicos de muitas espécies de mamíferos, as fezes já vinham sendo utilizadas desde o início do século XX. Seton (1925) já observava que a forma e o conteúdo das fezes são excelentes guias para a identificação das ordens dos mamíferos. As fezes das espécies de uma mesma ordem têm características que permitem agrupá-las

e refletem sua anatomia peculiar. Para diagnóstico da família e gênero, a forma das fezes parece não ter valor. No entanto, e de forma aparentemente contraditória, a forma das fezes é valiosa e auxilia o diagnóstico específico, bem como tamanho e conteúdo alimentar, que por vezes separam espécies próximas (Riney, 1957). É bem verdade que a maioria dos autores, até hoje, utiliza as fezes como fonte de pesquisa, mas a maioria deles não descreve em seus artigos os critérios utilizados para sua identificação (Eddy, 1961; Neff, 1968; Batcheler, 1975; Dzieciolowski, 1976; Floyd, Mech & Jordan, 1978; Johnson & Hansen, 1978; Von Gadow, 1978; Fitzgerald & Waddington, 1979; Strong & Freddy, 1979; Arthur III & Alldredge, 1980; White & Eberhart, 1980; Bailey & Putman, 1981; Dinerstein & Dublin, 1982; Andelt *et al.*, 1987; Rogers, 1987; Fox & Smith, 1988; Hominger, Dale & Bailey, 1988; Cáceres *et al.*, 2007).

No entanto, muitos estudos ecológicos nos quais as fezes são utilizadas como fonte primária de pesquisa se multiplicaram ao longo do tempo, o que significa que elas têm sido, de alguma maneira, identificadas (Welch, 1982; Mitchell *et al.*, 1985; Rabinowitz & Nottingham, 1986; Patton *et al.*, 1986; Green, 1987; Emmons, 1987; Lancia, Nichols & Pollock, 1996; Kohn & Wayne, 1997; Anacleto *et al.*, 2007).

Alguns autores, entretanto, buscaram parâmetros para a caracterização e identificação das fezes encontradas. Bowden, Andersen e Medin (1969) caracterizam as fezes do cervídeo *Odocoileus hemionus* como um grupo de cinco ou mais unidades, geralmente de mesmo peso, tamanho, dureza, forma e cor. Voth e Black (1973), em estudos histológicos de plantas ingeridas por pequenos herbívoros, conseguem caracterizar, pelo tamanho e peso, as fezes de *Aplodontia rufa*.

Grant (1974) diferencia pela forma as fezes de *Megaleia rufa* (canguru vermelho) de *Macropus giganteus* (canguru cinza). Compara fezes coletadas do cólon dos animais mortos com o material coletado em campo e afirma que os resultados de seus estudos indicam uma considerável confiança, o que permite usá-las para identificar as duas espécies de marsupiais. Outros trabalhos, como o de Brunner, Lloyd e Comam (1975) com carnívoros na Austrália, apontam que nem sempre é possível identificar pelo tamanho, forma e odor as fezes de gatos, cães e raposas (*Vulpes vulpes*), porém estima em menos de 5% os casos em que elas são confundidas.

O diâmetro das fezes muitas vezes auxilia na sua identificação (Gree & Flinders, 1981; Danner & Dodd, 1982). Weaver e Fritts (1979) utilizam o diâmetro para diferenciar fezes de *Canis latrans* (coiote) e *Canis lupus* (lobo), onde as duas espécies são simpátricas. *Canis lupus* tem as fezes maiores que 3 cm e a chance de se identificarem fezes de *Canis lupus* como *Canis latrans* é de 4,9%. Ressaltam, assim como Huson e Davis (1980), em estudo com fezes de *Rattus rattus* e *Rattus norvergicus,* que o volume de alimento ingerido pode alterar o tamanho das fezes.

Anacleto (2007), estudando os hábitos alimentares das espécies de tatus (Dasypodidae) no cerrado do Mato Grosso, distinguiu fezes de *Priodontes maximus* (tatu-canastra) das de *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba) pela forma, consistência, odor e composição alimentar, ao passo que as das demais espécies precisam, além dos parâmetros citados, ser associadas aos vestígios dos animais observados nos locais de coleta.

Bang e Dahlström (1975) dão enorme contribuição para solucionar a questão quando publicam seu guia de campo ilustrado de marcas e sinais dos animais da Europa. Nele há uma detalhada análise das fezes dos mamíferos quanto a forma, tamanho, coloração e conteúdo alimentar. Outros guias de campo, embora raramente mencionados na literatura científica, são excelentes para auxílio da identificação de fezes dos animais da região para a qual foram desenvolvidos, e obviamente também para os coprólitos, entre eles os guias de Burt e Grossenheider (1976), Murie (1974), Halfpenny e Biesiot (1986), Russo e Olhausen (1987), Estes (1992), Walker (1996), Stuart e Stuart (1998), Lienbeberg (2000), Kingdon (2001), entre outros.

Na tentativa de reunir as informações existentes para a identificação de fezes e disponibilizá-las em publicação científica e de apoio à paleoparasitologia, Chame (2003) fez uma compilação morfométrica dos dados disponíveis para fezes dos mamíferos europeus, norte-americanos, africanos e dados originais para o Brasil. Nesse artigo, sua análise

corrobora as observações de Seton (1925), com uma classificação das formas das fezes das ordens de mamíferos terrestres. A experiência desenvolvida ao longo de muitos anos de pesquisa somente com fezes de mamíferos na região arqueológicas de São Raimundo Nonato, no sudeste do Piauí, permitiu estabelecer uma série de padrões para identificação de fezes, inclusive em outros ecossistemas (Prancha 4).

Prancha 4 – Forma das fezes de mamíferos terrestres brasileiros



(A) *Puma concolor* (onça-parda), Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí (PNSC, PI); (B) *Panthera onca* (onça-pintada), PNSC, PI; (C) *Cerdocyon thous* (raposa), PNSC, PI; (D) *Leopardus* sp. (gatos silvestres de pequeno porte), PNSC, PI; (E) *Dasypus novemcinctus* (tatu-verdadeiro), PNSC, PI; (F) *Lutra longicaudis* (lontra), Floresta Nacional de Ipanema, SP; (G) *Tayassu pecari* (queixada), PNSC, PI; (H) *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), PNSC, PI; (I) *Pecari tajacu* (caititu), PNSC, PI; (J) *Mazama* sp. (veado), PNSC, PI; (K) *Alouatta caraya* (guariba), PNSC; (L) *Galea spixii* (preá), PNSC, PI; (M) *Kerodon rupestris* (mocó), PNSC, PI; (N) *Cebus libidinosus* (macaco-prego), PNSC, PI.

Outros esforços também foram feitos para determinar o conjunto de parâmetros e cuidados necessários para a realização do diagnóstico da origem dos coprólitos. Além das já citadas, Chame e colaboradores (1991) estabeleceram uma metodologia comparativa entre fezes recentes e coprólitos do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, que permitiu resolver a questão regionalmente. Reinhard e Bryant (1992) consolidaram a importância da sistematização de um conjunto de parâmetros para o diagnóstico e, posteriormente, Jouy-Avantin e colaboradores (2003) propuseram um protocolo detalhado dos parâmetros que devem ser preenchidos no cadastro das amostras e que inclui, além de dados do local de coleta, a descrição meticulosa externa e interna dos coprólitos.

Além da identificação direta e da microscopia, outras técnicas foram desenvolvidas para se diferenciar fezes de aspecto similar, que avançaram metodologicamente em relação às propostas anteriores. No Mississipi, Estados Unidos, fezes de felídeos (*Lynx rufus*), canídeos (*Canis latrans* e *Vulpes vulpes*), procionídeos (*Procyon lotor*) e cães e gatos domésticos, que, segundo os autores, eram similares na região, foram identificadas por Major e colaboradores (1980) pela determinação de ácidos biliares contidos nas fezes. Esse mesmo autor aponta que, qualquer que seja a técnica para identificar fezes, esta deve permitir diferenciar fezes que se confundem morfometricamente, os caracteres de identificação devem ser estáveis ao tempo e à degradação química e a análise deve ser simples e relativamente barata.

Segundo Fernández, Corley e Capurro (1997), a composição dos ácidos biliares encontrada nas fezes é especialmente interessante para a diferenciação das espécies de carnívoros, por ser uma composição específica. Esses autores desenvolveram uma metodologia para determinar a origem das fezes usando as camadas de cromatografia dos padrões dos ácidos biliares. Testaram-na em fezes de onças-pardas (*Felis concolor*) e onças-pintadas (*Panthera onca*), duas espécies simpátricas no *chaco* paraguaio, concluindo que essa técnica é a melhor para identificação das fezes dessas duas espécies.

Alguns diagnósticos imunológicos, quando específicos, também podem ser eficazes na determinação da origem dos coprólitos e dos parasitos. Esse é o caso da detecção de *Giardia intestinalis* em coprólitos e fezes por meio de técnicas de imunofluorescência e Elisa (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) disponibilizadas, inclusive, em *kits* comerciais (Gonçalves *et al.*, 2004; Bailly *et al.*, 2008).

As técnicas e métodos avançaram até as ferramentas da biologia molecular. Inicialmente os estudos de DNA antigo foram feitos com amostras de ossos e tecidos Um caso de grande repercussão foi o do Homem de Gelo dos Alpes, cuja análise de DNA foi feita para verificar sua origem europeia (Poinar, 1999). Análises de coprólitos por métodos moleculares, no entanto, são mais recentes e exigem a detecção de fragmentos de DNA já muito degradados, o que demanda um pouco de sorte. Atualmente os vestígios do DNA antigo têm sido recuperados de coprólitos e sua identificação auxilia na identificação zoológica destes, na determinação de itens alimentares consumidos ou mesmo na identificação da presença dos parasitos onde estes não se preservaram morfologicamente por causa de processos tafonômicos.

Com o mesmo objetivo de diagnóstico, essa metodologia tem avançado nos estudos ecológicos que utilizam fezes como unidade amostral (Reed *et al.*, 1997; Farrel, Roman & Sunquist, 2000; Fedriani & Kohn, 2001). Miotto e colaboradores (2007a, 2007b) consideram os resultados dessa identificação fundamentais para o estudo da dinâmica de populações de espécies raras, ameaçadas de extinção e de grande porte, para as quais a captura é difícil, e indicam a eficiência e acurácia da técnica.

A grande preocupação, quando se busca a recuperação de DNA antigo em coprólitos, envolve cuidados que evitem a contaminação da amostra com DNA atual do ambiente e dos pesquisadores envolvidos na coleta e manipulação da amostra, desde o campo até o laboratório.

A contaminação deve ser evitada com o uso de material descartável e estéril em todas as etapas e processos pelo quais passa a amostra a ser analisada. Os laboratórios devem ser especialmente preparados, com equipamentos e ambientes limpos. As análises devem ser replicadas, com grupo controle, e realizadas em laboratórios distintos para comparação e controle. O acondicionamento da amostra também é fundamental, já que, depois de retiradas do sítio arqueológico, as amostras são submetidas a variações de temperatura, umidade e outros fatores físico-químicos que podem levar os vestígios moleculares a se degradar mais facilmente.

Uma solução para conter o processo de degradação é manter a amostra refrigerada, o que demanda planejamento e infraestrutura proporcional à distância entre os sítios arqueológicos, geralmente no interior, em locais de difícil acesso, e os laboratórios de análises, concentrados nos grandes centros. Essas necessidades devem ser garantidas ainda no transporte, do campo ao laboratório, e também nas instalações das coleções biológicas responsáveis pela curadoria desse tipo de acervo.

Com atenção a esses cuidados, resultados bastante animadores têm sido obtidos com base em amostras de coprólitos de várias regiões do mundo. Sutton (1996) identificou os coprólitos humanos quanto ao sexo de seus produtores, destacando a importância desses resultados para os estudos que visem a distinguir a variação da dieta entre os sexos. Wood e colaboradores (2008) identificaram coprólitos de espécies de aves extintas da Nova Zelândia. Já Gilbert e colaboradores (2008) recuperaram DNA mitocondrial humano de coprólitos encontrados no Oregon, Estados Unidos, e recuaram as datações de ocupação humana da América do Norte para 12.300 AP (antes do presente). Os coprólitos pertenceriam a ameríndios que viveram em período anterior à cultura Clóvis, mais de 11.000 anos AP. Para garantir a veracidade dos resultados, as amostras foram analisadas em laboratórios diferentes e todos os pesquisadores que manipularam o material estudado tiveram seu DNA analisado e comparado aos resultados obtidos, para descartar contaminação.

A identificação de DNA dos nematódeos *Enterobius vermicularis* e *Ascaris lumbricoides* em coprólitos humanos do Velho e do Novo Mundo já foi feita (Iñiguez *et al.*, 2006; Leles *et al.,* 2008), assim como o DNA dos cloroplastos de plantas neles encontrados foi recuperado por Reinhard e colaboradores (2008) no estudo da identificação de plantas com propriedades medicinais utilizadas pelas populações antigas. Esses e outros resultados mostram a potencialidade das análises de DNA na identificação zoológica de amostras de coprólitos, já que a maioria dos achados não ocorre associada a esqueletos, artefatos e vestígios, o que não deixaria dúvidas quanto à origem.

Ainda que as técnicas continuem avançando cada vez mais, o primeiro e talvez o mais importante diagnóstico de coprólitos certamente continuará sendo aquele que determina ao seu coletor a escolha entre o saco de coleta ou a permanência na natureza. Nesse momento, a forma, o tamanho e os restos alimentares visíveis são, sem dúvida, os fatores que influenciarão nessa decisão. Da mesma forma que outros elementos nos fariam pegar um *pen drive* encontrado, senão seu tamanho, forma, cor, marca e modelo, estado de conservação e, mais que tudo, o desejo de conhecer os segredos neles guardados?

IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM ZOOLÓGICA POR ESTUDOS DE DIETA: MODELO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA (PI)

Uma vez que é pouco provável que se possa realizar análises mais sofisticadas em todas as amostras recebidas e que as metodologias mais simples não se tornarão obsoletas, pelo menos nas primeiras avaliações, vale discutir como um conjunto de informações pode aproximar, de maneira bastante adequada, o diagnóstico da origem do coprólito que, se de interesse, será submetido às demais averiguações.

Há, no entanto, situações em que a identificação do coprólito pelos métodos disponíveis, por vezes até com a análise de DNA, não é conclusiva. Ou ainda, quando se desejam mais informações além do diagnóstico da origem, como de vestígios que possam indicar o modo de vida da espécie que se estuda.

Nesses casos, nada mais abrangente do que os estudos de dieta, pois ela posicionará o produtor daquele coprólito diante da teia alimentar que lhe foi oferecida, espelho do ambiente em que vivia. Assim, há pelo menos 50.000 anos, coprólitos foram dispostos nas camadas sedimentares da região do berço do homem americano – o Parque Nacional Serra da Capivara e seu entorno, no sudeste do Piauí, atualmente uma região característica do semiárido brasileiro. As escavações ali iniciadas na década de 1970 permitiram que uma grande amostragem de coprólitos fosse coletada e estudada, assim como a comparação com as fezes de mamíferos atuais. A região passou por diversas transformações climáticas nesse tempo, de períodos mais úmidos – as florestas e campos –, ao presente semiárido – a caatinga –, que influenciaram na ocorrência das espécies lá encontradas (Araújo *et al.*, 1998) e na preservação dos coprólitos.

Os elementos dessa transição podem ser observados nos macro e microfósseis encontrados nas amostras de coprólitos do Parque Nacional Serra da Capivara (PI). Nesse sítio, a fauna atual de vertebrados conhecida é composta por 33 espécies de mamíferos não voadores, 24 quirópteros, 208 espécies de aves, 19 de lagartos, 17 de serpentes e 17 de anfíbios (Araújo *et al.*, 1998). Os coprólitos mais estudados são os de mamíferos, já que são os mais fáceis de serem identificados e possíveis de serem confundidos com os humanos. A identificação dos coprólitos da região é facilitada pelo trabalho pioneiro de Chame (1988). No entanto, a morfometria se torna inútil quando o coprólito se degrada demais no processo tafonômico ou se destrói durante o transporte.

As equipes de arqueólogos não têm por hábito desenhar ou fotografar os coprólitos nas camadas das escavações, o que facilitaria muito o trabalho de identificação zoológica do material, mas alongaria, sem dúvida, o andamento dos trabalhos de campo. Nessas condições, sem a forma e o tamanho da amostra, a identificação fica por conta do estudo dos itens alimentares encontrados nos coprólitos. É claro que a composição e a especificidade dos itens alimentares presentes variarão de acordo com a região estudada, com a sazonalidade refletida na oferta de recursos e, principalmente, com os hábitos alimentares de cada grupo, assim como os culturais. Por isso, conhecer a dinâmica da ocupação da região, os fatores limitantes para a sobrevivência, a fauna e a flora local facilitam bastante o trabalho.

O coprólito mais frequentemente encontrado no Parque Nacional Serra da Capivara é, sem dúvida, o da espécie *Kerodon rupestris* (mocó). Trata-se de um roedor de tamanho médio que habita as bordas rochosas das serras e tem por hábito defecar em grandes sítios de defecação que se mantêm por gerações e são utilizados por vários indivíduos. A análise de macrofósseis se caracteriza pela presença abundante de fibras vegetais, o que não revela muito sobre a espécie em questão. É no estudo dos microfósseis que se observa a maior diferença. As amostras de fezes de mocó apresentam uma riqueza de tecidos vegetais não vista em outras espécies e se destaca pela quantidade e pela preservação. Frequentemente são observados fragmentos de carvão, o que pode indicar que esses animais consumiam restos de alimentos preparados pelos humanos. As fezes são resinosas em razão do consumo de cascas de árvores, como as dos angicos (*Anadenanthera macrocarpa*), comuns na região. Entre as espécies de artiodátilos (veados e porcos-do-mato) destacam-se as fezes de caititus e queixadas que, se não estiverem com a forma bem preservada, podem facilmente ser confundidas com as fezes humanas, exceto pela quase que completa digestão de todos os restos microscópicos encontrados, o que não é comum na microscopia de fezes humanas.

As fezes de veados (*Mazama* sp.), por sua vez, são ricas em tecidos vegetais. Observam-se, à microscopia, estruturas vegetais inteiras e uma riqueza de pequenas sementes e polens (são consumidores de flores), porém com variedade de epidermes de folhas ligeiramente menor do que a encontrada nas análises de fezes de mocó, espécie folívora. A presença de carvão também costuma ser menor, ainda que ocorra em algumas amostras.

De fácil identificação são os coprólitos de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), já que sua alimentação é composta basicamente de cupins e formigas, cujas estruturas como pedaços de quitina, cabeças e tórax por vezes íntegros, patas e antenas são facilmente reconhecíveis no estudo dos macrofósseis. Fragmentos de outros insetos podem também ser observados na análise microscópica, ainda que em menor abundância.

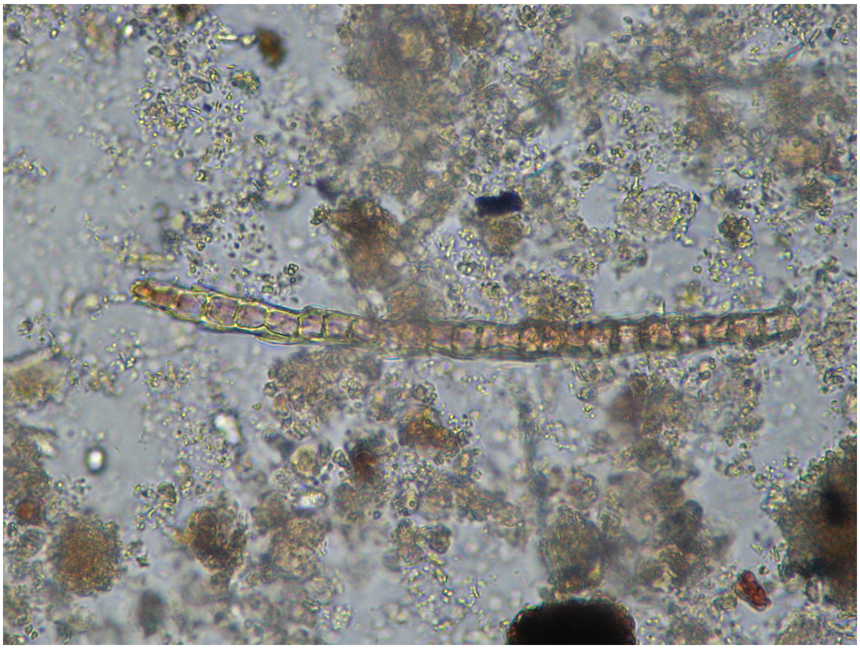
Coprólitos de pequenos e grandes felinos são facilmente identificáveis na análise macroscópica por apresentarem grande quantidade de pelos, ossos e dentes, por vezes penas e poucos artrópodes (nas de pequenos felinos), além de sua forma peculiar. A análise da dieta microscópica quase não apresenta microfósseis. É composta basicamente por restos celulares de alimentos digeridos, comumente chamados de debris.

Os pelos-guarda, ingeridos em consequência do hábito de higiene, e os pelos das presas consumidas são elementos importantes, permitindo a identificação específica da composição da dieta dessas espécies (Figura 1).

Nesses coprólitos, é comum o encontro de massas de folhas ingeridas para facilitar a digestão e a formação do bolo alimentar quando há excesso de pelos e ossos a eliminar (Prancha 4, figura A).

É possível encontrar intactos dentes e pequeninas mandíbulas, pequenos ossos longos de roedores, unhas e placas dérmicas de tatus. Alguns coprólitos de onça (*Puma concolor* e/ou *Panthera onca*) dessa região apresentam quantidade considerável de restos de crustáceos. A coloração esbranquiçada típica dos coprólitos dos grandes felinos deve-se à grande presença de cálcio oriunda dos ossos ingeridos, o que permite sua identificação mesmo quando o coprólito se encontra totalmente fragmentado.

Figura 1 – Aspecto da microscopia da dieta observada em coprólito de pequeno felino do Parque Nacional Serra da Capivara, PI, com a presença de pelo. Em aumento de 400x



Coprólitos de canídeos silvestres apresentam um aspecto friável característico (como "granola") (Prancha 4, figura C). São compostos por grande quantidade de fragmentos de artrópodes, por vezes peças inteiras como um pós-abdômen de escorpião já encontrado, penas, unhas e ossos de aves, escamas, garras e ossos de répteis e muitas sementes. Raramente são encontrados restos de pequenos mamíferos. Por essas características são facilmente esfacelados durante o transporte, mas identificáveis sem dificuldades. Os microfósseis são compostos de restos de artrópodes e tecidos vegetais em sua maioria. Os coprólitos de primatas têm a textura mais densa quando secos do que os de canídeos, reflexo da maior umidade quando excretados.

A composição varia de espécie a espécie em razão do hábito alimentar. Todos são compostos basicamente por frutos e folhas. Entretanto, coprólitos de guariba (*Alouatta caraya*) apresentam sementes na maioria intactas (são dispersores de sementes), inúmeros restos de epiderme vegetal, pois são basicamente folívoros, e raramente são observados restos de artrópodes (Moura & McConkey, 2007).

Coprólitos de macacos-prego (*Cebus libidinosus*) têm o mesmo aspecto, embora menores. Neles, a presença de sementes intactas é baixa (são predadores de sementes), os restos de artrópodes e folhas são abundantes e não raramente encontram-se pequenos ossos de anfíbios ou mesmo pequenos mamíferos, inclusive morcegos (Moura & McConkey, 2007; Falótico, 2008) Os coprólitos de tatus (Dasypodidae) se confundem bastante, em aspecto, com coprólitos de humanos e, por vezes, também nas análises macro e microscópicas.

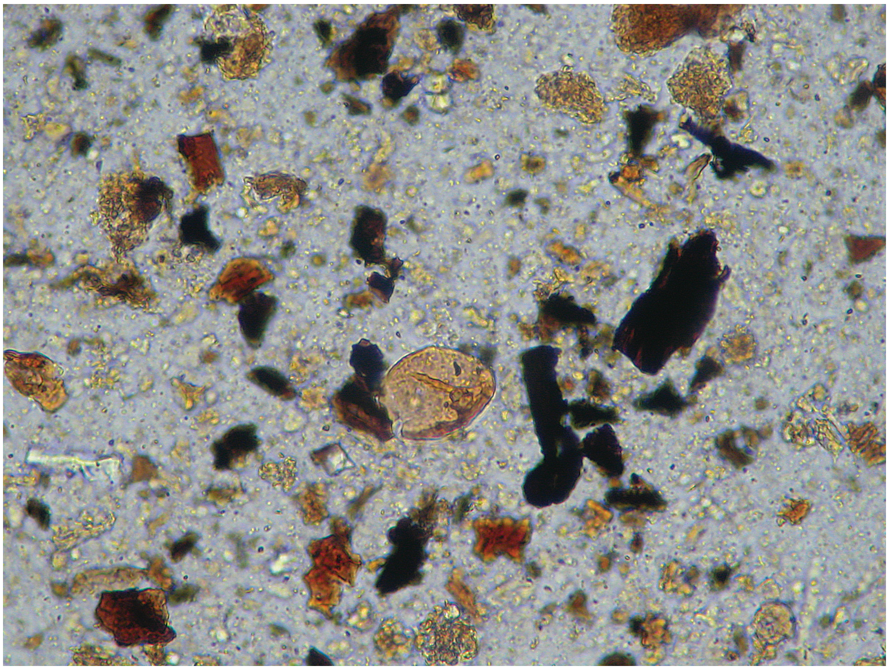
Há que se considerar a forte presença de restos de insetos isópteros (formigas e cupins) e outros artrópodes nas amostras de fezes de todas as espécies de tatus, além de restos vegetais, embora estes itens variem em riqueza e abundância dependendo da espécie. É o caso de *Euphractus sexcinctus* (tatu-peba), que tem o hábito alimentar mais generalista dentre as espécies de Dasypodidade, com o uso de frutos e invertebrados. Nas demais, as diferenças são difíceis de sistematizar, de modo a permitir uma aproximação da espécie.

Cabe lembrar, ainda, o hábito de populações humanas de se alimentarem de formigas, o que, em algumas situações pode complicar o diagnóstico. Nesse caso a dieta não se aplica à identificação.

Os coprólitos de humanos são, sem dúvida, o maior desafio. Identificar positivamente um coprólito humano sem auxílio da morfometria exige análise criteriosa de todos os itens encontrados. O hábito alimentar onívoro faz com que seus coprólitos possam ser confundidos com os de outros animais. A atenção aos detalhes, ainda que sutis, pode fazer a diferença. Autores como Bryant e Willians-Dean (1975) e Ferreira, Araújo e Confalonieri (1980) relatam que a presença de carvão nos coprólitos indicaria que estes seriam oriundos de humanos.

Infelizmente, esse parâmetro não se aplica aos coprólitos estudados do Piauí. Coprólitos de mocó, felinos, canídeos e veados também apresentam carvão, e por esse motivo o simples encontro de carvão não é suficiente para indicar a origem zoológica do coprólito. Uma estrutura comum na análise microscópica de amostras de humanos é um tipo de gordura que se apresenta em forma esférica. Não é possível afirmar se trata-se realmente de gordura consumida e degenerada, mas este tem sido um indicativo a ser considerado na identificação da origem humana do material (Figura 2).

Figura 2 – Aspecto microscópico (400x) de uma análise de coprólito humano do Piauí, rico em restos vegetais, inclusive amido e vários fragmentos de carvão



Uma observação relevante é o encontro de grãos de amido em amostras de coprólitos. A ingestão de amido indica importantes fontes de alimento e reflete aspectos relevantes da paleoecologia de uma espécie.

No entanto, seu encontro deve ser tratado com cautela. No Brasil, as luvas de procedimentos laboratoriais vendidas são pulverizadas com amido de milho. Portanto, na tentativa de se evitar contaminação dos coprólitos para exames de DNA, a contaminação acontece, o que compromete os estudos de dieta em coprólitos. Dessa forma, no campo e no laboratório, as luvas usadas devem ser livres de amido, já que, por sua leveza, o amido se dispersa facilmente pelo ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Rita Soares Nunes, pelo auxílio na escolha e cessão de fotografias, e à dra. Norma Wollmer Labarthe, pela revisão e sugestões ao manuscrito.

REFERÊNCIAS

ANACLETO, T. C. S. Food habits of four armadillo species in the Cerrado area, Mato Grosso, Brazil. *Zoological Studies*, 46: 529-537, 2007.

ANDELT, W. F. *et al.* Variation in coyote diet associated with seasonal and successional changes in vegetation. *Journal of Wildlife Management*, 51: 273-277, 1987.

ARAÚJO, A. *Contribuição ao Estudo de Helmintos Encontrados em Material Arqueológico no Brasil*, 1980. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz.

ARAÚJO, A. *Paleoepidemiologia da Ancilostomose*, 1987. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

ARAÚJO, A. J. G.; RANGEL, A. & FERREIRA, L. F. Animal parasitic infection and climate change in Northeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 88(4): 577-579, 1993.

ARAÚJO, A. *et al. Parque Nacional Serra da Capivara*. Piauí: Fumdham, 1998.

ARTHUR III, W. J. & ALLDREDGE, A. W. Seasonal estimates of masses of mule deer fecal pellets and pellets groups. *Journal of Wildlife Management*, 44: 750-752, 1980.

BAILEY, R. E. & PUTMAN, R. J. Estimation of fallow deer (*Dama dama*) populations from faecal accumulation. *Journal of Applied Ecology*, 18: 697-702, 1981.

BAILLY, M. L. *et al.* New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old World archaeological site using immunofluorescence and enzyme-linked immunosorbent assays. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 298-300, 2008.

BANG, P. & DAHLSTRÖM, P. *Huellas y Señales de los Animales de Europa*. Barcelona: Omega, 1975.

BATCHELER, C. L. Development of a distance method of deer census from pellet group. *Journal of Wildlife Management*, 39: 641-652, 1975.

BOWDEN, D. C.; ANDERSEN, A. E. & MEDIN, D. E. Frequency distribution of mule deer fecal group counts. *Journal of Wildlife Management*, 33: 895-905, 1969.

BRUNNER, H.; LLOYD, J. W. & COMAN, B. J. Fox scat analysis in a forest park in Southeastern Australia. *Australian Wildlife Research*, 2: 147-154, 1975.

BRYANT, V. M. & WILLIAMS-DEAN, G. The coprolites of man. *Scientific American*, 232(1): 100-109, 1975.

BUCKLAND, W. On the discovery of coprolites, or fossils faeces, in the lias at Lyme Regis, and in other formations. *Transactions of Geological Society of London*, II, 3: 223-236, 1829a.

BUCKLAND, W. On the discovery of a new species of pterodactyle; and also of the faeces of the *Ichthyosaurus*; and of a black substance resembling sepia, or Indian ink, in the Lias at Lyme Regis. *Proceedings of the Geological Society of London*, I: 96-98, 1829b.

BUCKLAND, W. Letter from the Rev. Dr. W. Buckland, F. R. S. & c. Professor of Mineralogy and Geology in the University of Oxford, on the discovery of coprolites in North America. *Philosophical Magazine*, 7(41): 321-323, 1830.

BURT, W. H & GROSSENHEIDER, R. P. *A Field Guide to the Mammals*. 3. ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1976.

CÁCERES, N. C. *et al.* Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: an ecological and conservation analysis. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (2): 426-435, 2007.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A pre-historic diet revealed in coprolites. *New Scientist*, 7: 35-40, 1960.

CHAME, M. *Estudo Comparativo das Fezes e Coprólitos não Humanos da Região Arqueológica de São Raimundo Nonato, Sudeste do Piauí*, 1988. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHAME, M. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. I: 71-94, 2003.

CHAME, M. *et al.* Experimental paleoparasitology: an approach to the diagnosis of animal coprolites. *Paleopathology Newsletter*, 76: 7-9, 1991.

CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia do gênero Trichuris Roederer, 1768 com um estudo paleoepidemiológico sobre a origem do* Trichuris trichiura *(Linn) na América (Nematoda: Trichuridae)*, 1983. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

DANNER, D. A. & DODD, N. Comparison of coyote and gray fox scat diameters. *Journal of Wildlife Management*, 46: 240-241, 1982.

DINERSTEIN, E. & DUBLIN, H. T. Daily defecation rate of captive axis deer. *Journal of Wildlife Management*, 46: 833-835, 1982.

DORMONT, L. *et al.* Influence of dung volatiles on the process of resource selection by coprophagous beetles. *Chemoecology*, 17: 23-30, 2007.

DZIECIOLOWSKI, R. Roe deer census by pellet-group counts. *Acta Theriologica*, 21: 351-358, 1976.

EAMES, A. J. Report on ground sloth coprolite from Dona Ana County, New Mexico. *American Journal of Science*, 20: 353-356, 1930.

EDDY, T. A. Foods and feeding patterns of the collared peccary in Southern Arizona. *Journal of Wildlife Management*, 25: 248-257, 1961.

EMMONS, L. H. Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical Rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20: 271-283, 1987.

ESTES, R. D. *The Behavior Guide to African Mammals: including hoofed mammals, carnivores, primates*. Los Angeles: University of California Press, 1992.

FALÓTICO, T. *Macacos-prego: Parque Nacional Serra da Capivara*. Piauí: Fumdham, 2008.

FARREL, L. E.; ROMAN, J. & SUNQUIST, M. E. Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats. *Molecular Ecology*, 9(10): 1.583-1.590, 2000.

FEDRIANI, J. M. & KOHN, M. H. Genotyping faeces links individuals to their diet. *Ecology Letters*, 4(5): 477-485, 2001.

FERNÁNDEZ, G. J.; CORLEY, J. C. & CAPURRO, A. F. Identification of cougar and jaguar faeces through bile acid chromatography. *Journal of Wildlife Management*, 61(2): 506-510, 1997.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of eggs and larvae of parasitic helminthes in archaeological material from Unaí, Minas Gerais, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 74: 798-800, 1980.

FERREIRA, L. F. *et al. Trichuris* eggs in animal coprolites dated from 30.000 years ago. *The Journal of Parasitology*, 77: 491-493, 1991.

FITZGERALD, A. E. & WADDINGTON, D. C. Comparison of two methods of fecal analysis of herbivore diet. *Journal of Wildlife Management*, 43: 468-473, 1979.

FLOYD, T. J.; MECH, L. D. & JORDAN, P. A. Relating wolf scat content to prey consumed. *Journal of Wildlife Management*, 42: 528-532, 1978.

FOX, J. L. & SMITH, C. A. Winter mountain goat diets in Southeast Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 52: 362-365, 1988.

FRY, G. F. Preliminary analysis of the Hogup Cave coprolites. *In*: AIKENS, C. M. *Hogup Cave*. Salt Lake City: University of Utah Press, 1970. (University of Utah Antropological Papers, 93)

FRY, G. F. *Analysis of Prehistoric Coprolites of Utah.* Utah: University of Utah Press, 1976. (Anthropological Papers, 97)

FRY, G. F. & HALL, H. J. Parasitological examination of prehistoric human coprolites from Utah. *Proceedings of the Utah Academy of Science, Arts, and Letters*, 46(2): 102-105, 1969.

FRY, G. F. & MOORE, J. G. *Enterobius vermicularis*: 10.000 year-old human infection. *Science*, 166: 1.620, 1969.

GILBERT, A. T. P. *et al.* DNA from Pre-Clovis human coprolites in Oregon, North America. *Science*, 320: 786-789, 2008.

GONÇALVES, M. L. C. *et al.* Detection of *Giardia duodenalis* antigen in coprolites using a commercially available enzyme immunoassay. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 88-91, 2004.

GRANT, T. R. The shape of fecal pellets of red and grey kangaroos. *Australian Mammalogy*, 1: 261-263, 1974.

GREE, J. S. & FLINDERS, J. T. Diameter and pH comparisons of coyote and red fox scats. *Journal of Wildlife Management*, 45: 765-767, 1981.

GREEN, M. J. B. Diet composition and quality in Hymalayan musk deer based on fecal analysis. *Journal of Wildlife Management*, 51: 880-892, 1987.

GRZWINSKI, L. Analyses of feces from the middle age period. *Zoologica Poloniae*, 10: 195-199, 1959-1960.

GUERRA, R. M. S. N. C. *et al.* Ecological analysis of Acari recovered from coprolites from archaeological site of Northeast Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl.1: 181-190, 2003.

HALFPENNY, J. & BIESIOT, E. *A Field Guide to Mammal Tracking in North America*. 2. ed. Colorado: Johnson Publishing, 1986.

HARSHBERGER, J. W. The purposes of ethno-botany. *Botanical Gazette*, 21: 146-154, 1896.

HEIZER, R. F. & NAPTON, L. K. Biological and cultural evidence from prehistoric human coprolites. *Science*, 165: 563-568, 1969.

HOMINGER, E. M.; DALE, A. R. T. & BAILEY, J. A. Shrubs in the summer diet of rocky mountain bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management*, 52: 47-50, 1988.

HUSON, L. W. & DAVIS, R. A. Discriminat functions to AID identification of faecal pellets of *Rattus novergicus* and *Rattus rattus*. *Journal of Stored Products Research*, 16: 103-104, 1980.

IÑIGUEZ, A. M. *et al.* SL1 RNA gene recovery from *Enterobius vermicularis* ancient DNA in pre-Columbian human coprolites. *International Journal for Parasitology*, 36: 1.419-1.425, 2006.

JOHNSON, M. K. & HANSEN, R. M. Estimating dry weights per occurrence for taxa in coyote scats. *Journal of Wildlife Management*, 42: 913-915, 1978.

JONES, A. K. G. Human parasite remains: prospects for a quantitative approach. *In*: HALL, A. R. & KENWARD, H. K. *Environmental Archaeology in the Urban Context.* Research Report 43, Council for British Archaeology, 1982.

JOUY-AVANTIN, F. A standardized method for the description and the study of coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 30: 367-372, 2003.

KINGDON, J. *The Kingdon Field Guide to African Mammals*. Princeton: Academic Press, 2001.

KOHN, M. H. & WAYNE, R. K. Facts from faeces revisited. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 223-227, 1997.

LANCIA, R. A.; NICHOLS, J. D. & POLLOCK, K. H. Estimating the number of animals in wildlife populations. *In*: BOUKHOUT, T. A. *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. Bethesda: The Wildlife Society Inc., 1996.

LELES, D. *et al.* Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Colombian South America times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1): 106-108, 2008.

LEY, R. E. *et al.* Evolution of mammals and their gut microbes. *Science*, 320: 1.647-1.651, 2008.

LIEBENBERG, L. *Tracks and Tracking in Southern Africa*. Cape Town: Struik Publishers, 2000.

MAJOR, M. *et al.* Identifying scats by recovered of bile acids. *Journal of Wildlife Management*, 44: 290-293, 1980.

MIOTTO, R. A. *et al.* Identification of pumas (*Puma concolor* (Linnaeus, 1771) through faeces: a comparison between morphological and molecular methods. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 963-965, 2007a.

MIOTTO, R. A. *et al.* Determination of the minimum population size of Pumas (*Puma concolor*) through fecal DNA analysis in two protected cerrado areas in the Brazilian southeast. *Biotropica*, 39: 647-654, 2007b.

MITCHELL, B. *et al.* Defecation frequency in roe deer (*Capreolus capreolus*) in relation to the accumulation rates of fecal deposits. *Journal of Zoology (A)*, 207: 1-7, 1985.

MOURA, A. C. A. & McCONKEY, K. R. The Capuchin, Howler, and the Caatinga: Seed dispersal by monkeys in a threatened Brazilian Forest. *American Journal of Primatology*, 69: 220-226, 2007.

MURIE, O. J. *Animals Track*. 2. ed. New York: Nat Audubon Soc, 1974. (Peterson Field Guide Series)

NEFF, D. J. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *Journal of Wildlife Management*, 32 (3): 597-614, 1968.

PATTON, S. *et al.* A coprological survey of parasites of Neotropical Felidae. *The Journal of Parasitology*, 72(4): 517-520, 1986.

POINAR, H. N. DNA from fossils: the past and the future. *Acta Paediatrica*, 433: 133-140, 1999.

RABINOWITZ, A. R. & NOTTINGHAM JR, B. G. Ecology and behaviour of the jaguar (*Pantera onca*) in Belize. Central America. *Journal of Zoology (A)*, 210: 149-159, 1986.

REED, J. *et al.* Molecular scatology: the use of molecular genetic analysis to assign species, sex and individual identity to seal faeces. *Molecular Ecology*, 6: 225-234, 1997.

REINHARD, K. J. & BRYANT JR, V. M. Coprolites analysis: a biological perspective on archaeology. *In*: SCHIFFER, M. B. *Advances in Archaeological Method and Theory*. New York: Academic Press, 1992. v. 4.

REINHARD, K. J. *et al.* Evaluating chloroplast DNA in prehistoric Texas coprolites: medicinal, dietary, or ambient ancient DNA? *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.748-1.755, 2008.

REY, L. *Parasitologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RINEY, T. The use of faeces counts in studies of several free-ranging mammals in New Zealand. *New Zealand Journal of Science and Technology Sec B*, 38: 507-532, 1957.

ROGERS, L. L. Seasonal changes in defecation rates of free-ranging wite-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 51: 330-333, 1987.

RUSSO, R. & OLHAUSEN, P. A *Guide to Mammals of the Pacific Coast States, their Tracks, Skulls and other Signs (Nature Study Guides)*. California: Wilderness Press, 1987.

SETON, E. T. On the study of scatology. *Journal of Mammalogy*, 6: 47-49, 1925.

SIANTO, L. *Parasitismo por* Echinostoma sp. (Trematoda: Digenea: Echinostomatidae) *em Populações Pré-Colombianas: um estudo de caso*, 2004. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz.

STRONG, L. L. & FREDDY, D. J. Number of pellets per mule deer defecation. *Journal of Wildlife Management*, 43: 563-565, 1979.

STUART, C. & STUART, T. *A Field Guide to the Tracks and Signs of Southern and East African Wildlife*. Cape Town: Southern Books Publishers, 1998.

SUTTON, M. Q. Experiments on the determination of gender from coprolites by DNA analysis. *Journal of Archaeological Science*, 23: 263-267, 1996.

VON GADOW, K. A pellet count of Bleu Druiker and Bushbuck in the Knysna Forest. *South African Forestry Journal*, 107: 77-81, 1978.

VOTH, E. H. & BLACK, H. C. A histologic technique for determining feeding habits of small herbivores. *Journal of Wildlife Management*, 37: 223-231, 1973.

WALKER, C. *Signs of the Wild*. Cidade do Cabo: Struik Publish, 1996.

WEAVER, J. L. & FRITTS, S. H. Comparison of coyote and wolf scat diameters. *Journal of Wildlife Management*, 43: 786-788, 1979.

WELCH, D. Dung properties and defecation characteristics in some Scottish herbivores, with an evaluation of Dung-volume method of assessing occupance. *Acta Theriologica*, 27: 191-212, 1982.

WHITE, G. C. & EBERHARDT, L. E. Statistical analysis of deer and elk pellet-group data. *Journal of Wildlife Management*, 44: 121-131, 1980.

WILKE, P. J. & HALL, H. J. *Analysis of Ancient Feces: a discussion and annotated bibliography*. California: Department of Anthropology, University of California, Berkeley, 1975. (Archaeological Research Facility)

WOOD, J. R. *et al.* Coprolite deposits reveal the diet and ecology of the extinct New Zealand megaherbivore moa (Aves, Dinornithiformes). *Quaternary Science Reviews*, 27: 2.593-2.602, 2008.

WUCHERER, O. E. H. A moléstia como parte do plano da creação. *Gazeta Médica da Bahia*, 1: 129, 1866.

17

Paleossorologia

Carlos Maurício de Andrade

A aplicação de técnicas sorológicas em material paleobiológico oriundo de populações ancestrais é de grande relevância na identificação de moléculas antigênicas de parasitos, possibilitando o diagnóstico de infecções já existentes nessas populações. Os principais alvos moleculares a serem identificados são, principalmente, as proteínas presentes em material paleo, tanto de origem animal como de origem humana.

Trabalhando-se com amostras em bom estado de preservação, em que haja proteínas ou peptídeos contendo epítopos preservados, é possível identificar essas moléculas mediante técnicas sorológicas utilizando antissoros policlonais ou monoclonais contra antígenos específicos que se queira pesquisar.

Antes do surgimento das modernas técnicas sorológicas, foram realizados trabalhos pioneiros, desenvolvidos por Boyd e Boyd (1933, 1934a, 1934b), objetivando a determinação do grupo sanguíneo ABO em tecido muscular preservado. Os mesmos autores (Boyd & Boyd, 1937), utilizando o teste de precipitina aplicado em tecidos de 94 múmias egípcias, encontraram apenas quatro amostras positivas e uma amostra duvidosa na determinação do sistema ABO. Encontraram ainda com a mesma abordagem, em 159 amostras de ancestrais americanos, apenas duas amostras positivas e sete duvidosas.

Candela (1936) observou reações inconsistentes na sorotipagem dos grupos A e B trabalhando com esqueletos humanos ancestrais, quando utilizou antissoros com títulos elevados que não reagiam com antígenos A ou B presentes em baixas concentrações. A conclusão, nesses casos, era de falsa positividade pelo grupo O.

Esses resultados mostravam a necessidade de aperfeiçoamento dos métodos sorológicos empregados naquele momento. Assim, foram desenvolvidas técnicas sorológicas que permitiram a determinação mais precisa do sistema ABO, cuja identificação pode ser feita com maior precisão em tecidos mumificados. Uma vez que essa identificação depende de antígenos específicos presentes nos glóbulos vermelhos e em outros tecidos, e a partir do momento em que foi possível a produção de maneira otimizada de antissoros com anticorpos específicos usando-se na sua elaboração o adjuvante de Freund, foram desenvolvidos antissoros anti-ABO com maior sensibilidade.

A utilização desses antissoros em testes de precipitação, inibição da aglutinação e aglutinação em mistura celular constituiu-se em uma ferramenta preciosa quando aplicada em tecidos ancestrais, objetivando o encontro de marcadores antigênicos desse sistema.

Em algumas circunstâncias, identificaram-se, ao invés dos componentes do sistema ABO, anticorpos anti-ABO nos materiais testados, denominando-se, nesse caso, tal procedimento como teste reverso ou indireto. O teste de aglutinação realizado com uma mistura de células, desenvolvido por Coombs, Bedford e Rouillard (1956), visando a identificar grupo sanguíneo em material deficiente em sangue, permitiu a Otten e Florey (1963) a determinação do grupo sanguíneo em tecidos de múmias oriundas do Chile.

Posteriormente, Lippold (1971), utilizando a mesma técnica de aglutinação aplicada à mistura de células, demonstrou a perpetuação do sistema ABO entre as populações aborígines atuais e populações pré-históricas originárias das ilhas Aleutas, do sudoeste dos Estados Unidos, do Peru e do Chile.

Stastny (1974), utilizando técnica de inibição da aglutinação para caracterização do sistema HL-A, encontrou semelhanças entre populações indígenas pré-históricas americanas e populações indígenas modernas. Observou, ainda, que o perfil do sistema HL-A de múmias encontradas nas costas peruanas combina perfeitamente com o perfil geral das populações de índios americanos.

Entre as principais técnicas de imunodetecção modernas, destacam-se os testes imunoenzimáticos, de imunofluorescência e a imunocromatografia (Dipstick), que vêm sendo utilizados em paleossorologia com grande sensibilidade e especificidade no diagnóstico de doenças parasitárias e não parasitárias.

Faulkner, Patton e Johnson (1989), examinando oito amostras de fezes humanas dessecadas oriundas de uma caverna situada no condado de Van Boren, no Tenessee (Estados Unidos), identificaram, por imunofluorescência indireta, ao lado de outros enteroparasitas, cistos de *Giardia*. Esses achados foram feitos em material oriundo de populações pré-históricas com aproximadamente 2.177 anos. Segundo os autores, trata-se do primeiro relato desse encontro no Novo Mundo.

Cattaneo e colaboradores (1992) utilizaram o teste de inibição de Elisa (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) com IgG monoclonal antialbumina e com sensibilidade de detecção de 10 ng de proteína, aplicado em extrato de ossos oriundo dos períodos relativos à Guerra Civil inglesa (1644 AD), à Idade Média (1100–1400 AD), ao início do período saxônico (450–600 AD), ao período romano (100–200 AD), à Idade do Ferro (aproximadamente 400 a.C.) e à do Bronze (2200–1700 a.C.). O método mostrou-se sensível e reprodutível, podendo ser utilizado na identificação de outras moléculas como HLA e ABO, sendo ainda ferramenta auxiliar na identificação da origem racial, bem como da predisposição a doenças em populações ancestrais.

Testes de imunoprecipitação realizados por Lewin (1995) sugerem, segundo o autor, que as lesões encontradas no rosto da múmia do faraó Ramsés V (1156 a 1151 a.C.) seriam devidas à varíola.

Allison, Bergman e Gersten (1999), usando a técnica de imunofluorescência direta, identificaram *Cryptosporidium* sp. e *Giardia* sp. em fezes obtidas do intestino de múmias com idades entre 500 e 3.000 anos. Esses achados foram confirmados por meio de testes imunoenzimáticos realizados com o mesmo material. Em amostra fecal da mesma origem, os autores demonstraram, concomitantemente, a presença de antígenos de *Helicobacter pylori* em paleofezes com datação de aproximadamente 3.000 anos.

Cerutti e colaboradores (1999), examinando múmias egípcias do período pré-dinástico (3200 a.C.) da região de Gebelen, encontraram, em amostras de pele, músculo e ossos, um antígeno de *Plasmodium falciparum* representado pela

proteína rica em histidina-2 (Pf HRP-2). A análise foi feita utilizando-se ensaio imunoenzimático e os resultados sugerem uma prevalência de malária da ordem de 40% nas múmias do grupo de Gebelen. Os dados obtidos são compatíveis com as observações feitas em populações que vivem em condições ecológicas semelhantes às de áreas malarígenas.

Gonçalves e colaboradores (2002), trabalhando com fezes colhidas de latrinas situadas em sítios arqueológicos na França e datadas do período referente à Idade Média, diagnosticaram a presença de coproantígenos de *Giardia lamblia* utilizando o teste Elisa. Ortega e Bonavia (2003), examinando 22 coprólitos humanos por imunofluorêscencia oriundos de escavações situadas ao longo da costa norte do Peru, encontraram, em três amostras, positividade para cistos de *Giardia* sp. em material datado entre 2375 e 1525 a.C. Outro coprólito, com data entre 770 e 830 AD, continha oocistos de *Cryptosporidium* sp., e finalmente um terceiro coprólito, datado entre 500 e 900 anos, continha também cistos *Giardia* sp.

Mediante a utilização do mesmo teste Elisa, Gonçalves e colaboradores (2004), trabalhando com o mesmo material utilizado no diagnóstico de *Giardia sp* (Gonçalves *et al*., 2002), identificaram a presença de coproantígenos de *Entamoeba histolytica*. O antígeno-alvo foi a Gal-lectina de *Entamoeba histolytica*, uma adesina presente em grande quantidade na membrana do parasito. Utilizou-se, nesse caso, um *kit* comercial com anticorpo monoclonal (anticorpo que reconhece especificamente um único epítopo de proteínas imunogênicas) antilectina de *Entamoeba histolytica*. Esse teste é utilizado normalmente na rotina laboratorial para o diagnóstico específico do parasito, permitindo estabelecer a diferença entre *Entamoeba histolytica* e *Entamoeba dispar*, espécies morfologicamente idênticas e que constituem o chamado "complexo histolytica".

Diagnóstico rápido de peste, em material paleo, para detecção do antígeno F1 de *Yersinia pestis,* foi realizado eficientemente por Biannucci e colaboradores (2007), utilizando a técnica de imunocromatografia.

Um achado interessante foi feito por Józsa (2008), que encontrou lesões glomerulares compatíveis com glomerulonefrite focal subaguda de Berg, em tecidos preservados do príncipe Palatinus Joseph, da dinastia dos Habsburgo, falecido em 1847, aos 71 anos. Por meio de imuno-histoquímica, foi possível ao autor observar um precipitado de IgA no mesangio glomerular, bem como na cápsula de Bowmann, nos rins preservados em óleo de alecrim e mantidos com os demais órgãos em vasos metálicos. A localização do precipitado foi feita por marcação por meio do conjugado avidina-biotina-perioxidase, usando-se como cromóforo a diaminobenzidina.

FUNDAMENTOS DAS TÉCNICAS EMPREGADAS EM PALEOSSOROLOGIA

Entre as técnicas citadas para reconhecimento de antígenos em material paleobiológico, o método imunoenzimático Elisa e o de imunofluorescência têm sido os mais utilizados. A vantagem de sua utilização deve-se principalmente à existência de conjuntos diagnósticos (*kits*) que facilitam a execução dos procedimentos laboratoriais, podendo ser utilizados tanto anticorpos policlonais quanto anticorpos monoclonais, dirigidos contra um único epítopo do antígeno, o que garante, nesse caso, altas sensibilidade e especificidade.

Para cada variante do teste Elisa há modificações descritas nas instruções do fabricante para a execução da técnica que acompanham o modelo de *kit*.

As técnicas sorológicas empregadas em material ancestral para evidenciar antígenos parasitários, como foi descrito, apresentam-se sensíveis e específicas. Desse modo, os resultados assim obtidos permitem uma abordagem diagnóstica segura em materiais de origem ancestral, de tal sorte que se podem fazer importantes inferências paleoepidemiológicas sobre as parasitoses observadas presentemente.

REFERÊNCIAS

ALLISON, M. J.; BERGMAN, T. & GERSTEN, E. Further studies on fecal parasites in antiquity. *American Journal of Clinical Pathology*, 112: 595-596, 1999.

BIANUCCI, R. *et al*. A rapid diagnostic test for plage detects *Yersinia pestis* antigen in ancient remains. *Comptes Rendues de Biologie*, 330: 747-754, 2007.

BOYD, W. C. & BOYD, L. G. Blood grouping by means of preserved muscle. *Science*, 78: 578-579, 1933.

BOYD, W. C. & BOYD, L. G. Group specificity of dried muscle and saliva. *Journal of Immunology*, 26: 489-494, 1934a.

BOYD, W. C. & BOYD, L. G. An attempt to determine the blood groups of mummies. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine*, 31: 671-672, 1934b.

BOYD, W. C. & BOYD, L. G. Blood grouping tests on 300 mummies. *Journal of Immunology*, 32: 307-319, 1937.

CANDELA, P. B. Blood group reactions in ancient human skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*, 21: 429-432, 1936.

CATTANEO, C. *et al*. Reliable identification of human albumin in ancient bone using Elisa and monoclonal antibodies. *American Journal of Physical Anthropology*, 87: 365-372, 1992.

CERUTTI, N. *et al*. Immunological investigation of malaria and new perspectives in paleopathological studies. *Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale*, 75: 17-20, 1999.

COOMBS, R. R. A.; BEDFORD, D. & ROUILLARD, L. M. A and B blood group antigens on human epidermal cells demonstrated by mixed agglutination. *The Lancet*, 270: 416-463, 1956.

FAULKNER, C. T.; PATTON, S. & JOHNSON, S. S. Prehistoric parasitism in Tennessee: evidence from the analysis of desiccated fecal material collected from Big Bone Cave, Van Boren County, Tennessee. *The Journal of Parasitology*, 75: 461-463, 1989.

GONÇALVES, M. L. C. *et al*. Detection of *Giardia duodenalis* antigen in coprolites using a commercial available enzyme-linked immunosorbent assay. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96: 640-643, 2002.

GONÇALVES, M. L. C. *et al.* Amoebiasis distribution in the past: first steps using an immunoassay technique. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 88-91, 2004.

JÓZSA, L. G. Histologic diagnoses of tissues from two Nineteeth century Habsburgs. *Paleopathology Newsletter*, 141: 12-18, 2008.

LEWIN, P. K. Ventures in paleopathology: 'mummy' riddles unraveled. *Germs Ideas*, 1: 10-14, 1995.

LIPPOLD, L. K. The mixed cell agglutination method for typing mummified human tissue. *American Journal of Physical Anthropology*, 34: 377-383, 1971.

ORTEGA, Y. R. & BONAVIA, D. *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Cyclospora* in ancient Peruvians. *The Journal of Parasitology*, 89: 635-636, 2003.

OTTEN, C. M. & FLOREY, L. L. Blood typing of Chilean mummy tissue: a new approach. *American Journal of Physical Anthropology*, 21: 383-385, 1963.

STASTNY, P. HL-A antigens in mummified pre-Columbian tissues. *Science*, 183: 864-846, 1974.

18

Paleoparasitologia e DNA Antigo[1]

Katharina Dittmar

Pode-se reconhecer a presença e a composição da fauna parasitária ao longo do tempo de duas maneiras: obtendo-se evidências diretas do próprio parasito em material arqueológico ou fóssil, e também identificando ou sequenciando o DNA do parasito nas amostras.

Os métodos de evidência direta predominaram inicialmente na paleoparasitologia, tendo avançado consideravelmente com o desenvolvimento de técnicas de reidratação de coprólitos (Callen & Cameron, 1960) e por modificações e aperfeiçoamentos de técnicas comuns de diagnóstico parasitológico para pesquisa paleoparasitológica (Reinhard *et al.*, 1986; Reinhard, 1988, 1992).

Obtêm-se evidências por métodos diretos principalmente para ovos de parasitos e cistos de protozoários. No entanto, questões de resolução taxonômica frequentemente limitam essas técnicas, já que muitos vestígios de parasitos não podem ser identificados quanto a gênero ou espécie.

Com o desenvolvimento de técnicas para recuperação de DNA antigo (aDNA), tornou-se viável rastrear doenças parasitárias com as técnicas moleculares, algumas vezes mesmo sem indícios diretos da infecção parasitária ou doença. O sequenciamento de DNA de parasitos iniciou-se com DNA de *Trypanosoma cruzi* em múmias chilenas (Guhl *et al.*, 1999). Atualmente, os artigos envolvem ampla gama de parasitos, incluindo protozoários, helmintos e artrópodes ectoparasitos. Neste capítulo, os estudos sobre DNA em paleoparasitologia serão revisados no contexto da filogenia, genética de populações e filogeografia.

AMOSTRAS E PRESERVAÇÃO DE DNA ANTIGO

DNA antigo se refere a espécimes com algumas décadas (por exemplo, espécimes de museus) ou cerca de 100.000 anos (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008). Segundo Paäbo e colaboradores (2004), qualquer DNA recuperado de material datado de milhões de anos é um artefato.

[1] Tradução para o português: Daniela Leles.

O material mais comumente usado nas pesquisas paleoparasitológicas são coprólitos e sedimentos de latrinas. Porém, ocasionalmente, ectoparasitos, tecidos moles (por exemplo, múmias) e ossos estão disponíveis. No caso de estudos com múmias, deve-se considerar o ciclo de vida do parasito que se quer pesquisar para escolher o tecido que mais provavelmente contenha os estágios em desenvolvimento ou seu DNA (por exemplo, musculatura lisa intestinal ou estriada cardíaca para pesquisa de material genético de *T. cruzi*, mas também se podem usar ossos triturados na possibilidade de vestígios de medula óssea preservada).[N.T.]

Atualmente, as evidências paleoparasitológicas mais usadas referem-se a amostras humanas (Horne, 1985). Porém, existe um enorme potencial de estudo sobre parasitos de animais, domésticos ou selvagens. Podem-se realizar pesquisas paleoparasitológicas, por exemplo, em múmias animais (Dittmar, 2000; Shapiro & Cooper, 2003; Beckman, 2004; Knudson, Aufderheide & Buikstra, 2007). Outras amostras são provenientes de enterramentos animais ou animais mortos em cercados que se preservaram (Jones, Hutchinson & Nicholson, 1988; Hall & Kenward, 1998; Nielsen, Mahler & Rasmussen, 2000; Dittmar & Teegen, 2003). A maioria desses exemplos é de animais domésticos ou semidomesticados, mas há também material de animais selvagens a ser estudado. Especialmente a matéria fecal acumulada por longos períodos em ambientes protegidos, tais como *permafrost* (o solo congelado da região ártica, ou cavernas), fezes do "rato empacotador", montículos de fezes de caribu, pelotas de coruja e guano de morcegos podem fornecer importantes indícios parasitológicos (Betancourt, Van Devender & Martin, 1990; Scott, Fernández-Jalvo & Denys, 1996; Bell, 2000; Kuch *et al.*, 2002; Smith & Betancourt, 2006; Leroy & Simms, 2006; Maher, 2006).

Outras fontes podem ser coprólitos de hiena, acumulados em covis datados de períodos muito antigos, alguns com milhões de anos (Ferreira, Araújo & Duarte, 1993), dos quais se conhecem múltiplos estudos palinológicos e de dieta (Buckland, 1829; Horwitz & Goldberg, 1989; Carrión *et al.*, 2000, 2001; Yll *et al.*, 2006).

Dependendo da idade e das condições de conservação, essas amostras podem ainda conter DNA em variados estágios de degradação. Especificamente, isso significa que o DNA está fragmentado (100–500bp – pares de base), presente apenas em baixas concentrações (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008). Adicionalmente, o DNA mitocondrial preserva-se melhor que o DNA nuclear, provavelmente por diferenças endógenas no número de cópias (Paäbo *et al.*, 2004). Por exemplo, na análise de um cemitério ameríndio de 700 anos verificou-se que somente 15% das amostras geraram DNA nuclear de cópia única (Stone & Stoneking, 1999).

Vários métodos têm sido desenvolvidos para excluir amostras com reduzida probabilidade de gerar resultados (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008). Um consiste em avaliar a preservação bioquímica em uma amostra pela conservação de aminoácidos e concentrar-se na avaliação dos níveis de ácido aspártico (Poinar & Stanckiewicz, 1999; Paäbo *et al.*, 2004). Se ocorrer redução significativa além de um certo nível, a amostra pode não conter DNA amplificável. Porém, níveis altos não garantem a preservação de DNA (Poinar & Stanckiewicz, 1999; Kolman & Tuross, 2000; Burger *et al.*, 2007). Essa abordagem também é limitada por conta da quantidade de amostra requerida, e não recomendada para coprólitos. Entre amostras paleoparasitológicas, essa técnica foi usada por Dittmar e colaboradores (2003) para avaliar a possibilidade de amplificação de DNA em uma pulga mumificada (*Pulex irritans*).

Outra técnica consiste em usar PCR competitivo ou PCR em tempo real para avaliar a quantidade de DNA inicial disponível. Atualmente, considera-se que, nas pesquisas em que se usam menos de mil moléculas de aDNA-molde iniciais, a probabilidade de se produzir resultados satisfatórios é menor (Paäbo *et al.*, 2004). Danos específicos em

[N.T.] Nesse caso, o parasito reproduz-se no tecido hematopoiético, com grande possibilidade de seu material genético ser recuperado nos mais diversos tecidos, especialmente naqueles em que há acúmulo de sangue ou onde é produzido.

moléculas de DNA incluem quebras, ligações cruzadas, danos hidrolíticos e oxidativos (Paäbo *et al.*, 2004). Assim, é absolutamente necessário cumprir os protocolos estabelecidos (Austin, Smith & Thomas, 1997; Yang, 1997; Wayne, Leonard & Cooper, 1999; Cooper & Poinar, 2000; Pääbo *et al.*, 2004; Willerslev & Cooper, 2005).

COLETA E ARMAZENAMENTO DO MATERIAL

Como para outros materiais orgânicos, deve-se tomar cuidado na recuperação de amostras paleoparasitológicas. As condições de armazenamento devem ser muito boas para se evitar danos adicionais ao material. Recomenda-se o uso de luvas (sem amido) enquanto se manipulam os espécimes. Devem-se conservar os coprólitos em ambientes secos ou congelados para se evitar reidratação prematura e não controlada.

Quando se trabalha com sedimentos de latrinas, amostras controles em áreas adjacentes à latrina (portanto, fora dela) devem ser coletadas para se estabelecerem comparações. Também se deve considerar a possibilidade de contaminação com parasitos modernos, quando se analisam sedimentos de latrinas. Isso se torna especialmente importante quando assentamentos foram continuamente ocupados ao longo do tempo, já que a contaminação de camadas antigas por camadas mais modernas pode ocorrer. Vestígios de artrópodes (por exemplo, piolhos, pulgas ou ácaros) devem ser conservados de acordo com técnicas entomológicas padronizadas (Bouchet *et al.*, 2003).

TÉCNICAS EM DNA ANTIGO

Geralmente, técnicas em DNA antigo variam pouco em relação àquelas com DNA moderno. No entanto, pouco aDNA-molde estará disponível, o que ainda mais se complica pelo fato de o aDNA estar fragmentado em pequenos pedaços. Quando se trabalha com aDNA humano, a descontaminação da superfície tem sido feita nas amostras (ou seja, faz-se a remoção mecânica da superfície (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008), embora nem sempre seja eficaz (Kolman & Tuross, 2000).

Técnicas semelhantes, expondo a superfície à luz ultravioleta (UV), têm sido usadas em estudos com coprólitos (Iñiguez *et al.*, 2003a), justificáveis se houver motivos para suspeitar de contaminação da superfície por espécies de parasitas atuais, ou por seu DNA. Na verdade, pouco se sabe sobre a possibilidade de percolação da água e de partículas de DNA pelas camadas sedimentares (Pääbo *et al.*, 2004), e não existem estudos sistemáticos para avaliar esse efeito.

Métodos de extração de DNA antigo dependem do material utilizado. Tratando-se de amostras ósseas, recomenda-se descalcificá-las. Adicionalmente, a maioria das amostras históricas ou mais antigas são conhecidas por conterem substâncias que potencialmente inibem as reações em cadeia da polimerase (PCR). Técnicas de purificação por filtração em membrana ou ligação em resina funcionam melhor na limpeza do DNA extraído (Roland & Hofreiter, 2007).

A pesquisa em coprólitos identificou a presença de compostos de Maillard, que resultam de reações entre açúcares e aminogrupos primários que dificultam a atividade da polimerase (Pääbo *et al.*, 2004). O reagente brometo de N-fenaciltiazolio (Vasan *et al.*, 1996) é eficaz para quebrar os compostos de Maillard e permitir a amplificação de DNA em coprólitos (Poinar *et al.*, 1998) e ossos de neandertais (Krings *et al.*, 2000).

A amplificação de DNA antigo emprega etapas regulares de desnaturação, hibridização e extensão, vários controles positivos e negativos são usados para verificar se há contaminação. Além disso, todas as reações devem ser sempre independentemente repetidas em outros laboratórios, por diversos investigadores. Caso contrário, permanecerão como resultados duvidosos.

O recente desenvolvimento de técnicas de DNA multiplex proporcionou o aumento do comprimento da sequência obtida a partir de fragmentos iniciais em quantidades limitadas (Krause *et al.*, 2006), ao se recuperar o genoma mitocondrial de mamute lanudo do Pleistoceno.

O DNA multiplex usa múltiplos pares de iniciadores em uma reação de PCR para detectar múltiplas sequências-alvo no DNA total da amostra. Em um PCR simplex seguinte, as regiões de interesse podem então ser sequenciadas a partir de um fragmento de DNA já multiplicado (Krause *et al.*, 2006; Römpler *et al.*, 2006).

Outro recente avanço tecnológico é a genômica 'ancestral', em que o DNA total de uma amostra é amplificado, em lugar de sequências individuais (Lambert & Millar, 2006). O êxito desses métodos pode ser visto nas recentes publicações sobre a capacidade de gerar dados do genoma de material antigo (Noonan *et al.*, 2006, Green *et al.*, 2006).

Contrariamente à abordagem multiplex anteriormente mencionada, essas técnicas amplificam o DNA-alvo juntamente com todos os outros DNAs, incluindo contaminantes. A ideia de analisar amostras 'em massa' não é nova e tem sido descrita como uma abordagem metagenômica em amostras ambientais (Handelsman, 2004; Venter *et al.*, 2004).

Um típico projeto em metagenômica começa com a construção de uma biblioteca de clones de bactérias a partir de DNAs aleatórios de diferentes origens vindas de uma amostra ambiental.

Pela frequente escassez de DNA antigo nas amostras, a clonagem oferece a vantagem de aumentar o número total de cópias disponíveis. Estatisticamente, porém, o inserto 'antigo' ainda será raro, apenas uma percentagem mínima de todos os clones obtidos, já que a maior parte será composta pelas cópias de DNA mais comuns (contaminantes). Por isso, muitos clones têm de ser sequenciados, a fim de se identificar a sequência de interesse.

Essa abordagem foi usada inicialmente por Noonan e colaboradores (2006) para sequenciar DNA de neandertais. Para adiantar-se no tempo e reduzir recursos no sequenciamento do DNA mais abundante, no caso o contaminante, eles também desenvolveram uma nova abordagem utilizando sequências-sondas biotiniladas concebidas a partir de fragmentos de DNA humano conhecidos, para 'destacar' clones de interesse particular, que eram então seletivamente sequenciados.

A clonagem irá funcionar bem em amostras paleoparasitológicas, se o interesse for obter a sequência de um determinado parasito em uma amostra. No caso da tipagem de todo o DNA parasitológico de um coprólito, sedimentos de latrina, múmia ou tecido, deve-se usar o sequenciamento denominado *Environmental Shotgun Sequencing* (ESS) (Venter *et al.*, 2004; Eisen, 2007).

A fim de obter uma visão abrangente de todo o DNA do parasito conservado na amostra, é necessário sequenciar muitos clones, para que essa visão seja estatisticamente representativa. Isso se tornou mais viável com o aparecimento de uma técnica com alta produtividade chamada pirossequenciamento (Margulies *et al.*, 2006). O pirossequenciamento foi utilizado por Green e colaboradores (2006) para fazer o sequenciamento direto em larga escala do DNA de um neandertal. Nessa abordagem, fragmentos únicos de DNA foram ligados com adaptadores comuns e amplificados por PCR à base de emulsão (fase sólida – pirossequenciamento). Cada gota contém muitos milhões de cópias de fragmentos de DNA, que são então sequenciados (GS20 454 – sistema de sequenciamento).

A vantagem desse método é que ele evita clonagem bacteriana (comum na abordagem metagenômica tradicional) e, portanto, previne a perda de cópias durante a transformação nos vetores e o subsequente crescimento de colônias (Green *et al.*, 2006). Essa abordagem gera milhares de sequências de leitura por corrida, aumentando assim a chance de sequenciar mais aDNA do que DNA contaminante (Green *et al.*, 2006; Stiller *et al.*, 2006). Além disso, os padrões

de substituições artificiais (causadas por incorporações errôneas no processo de sequenciamento) podem ser usados para se avaliar a probabilidade de autenticidade dos resultados. Isso não é possível com sequenciamentos tradicionais de Sanger, já que se usa DNA de fita dupla, em que o molde inicial do qual a sequência final (fita simples) foi gerada não é conhecido (Stiller *et al.*, 2006).

Atualmente existem evidências de DNA antigo para uma variedade de parasitos, incluindo *T. cruzi* (Guhl *et al.*, 1999; Madden *et al.*, 2001; Aufderheide *et al.*, 2004; Lima *et al.*, 2008), *Leishmania* sp. (Zink *et al.*, 2006), helmintos parasitos (Loreille *et al.*, 2001; Iñiguez *et al.*, 2003a, 2003b; Leles *et al.*, 2008) e ectoparasitos (Dittmar *et al.*, 2003; Raoult *et al.*, 2006, 2008). Nenhum desses estudos envolve abordagem genômica, mas todos são baseados em sequenciamento individual de genes.

Ao se estudar DNA de parasitos atuais, usa-se algumas vezes RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), ou dados de microssatélite, especialmente em estudos populacionais. No entanto, essas abordagens não são recomendadas para estudos populacionais paleoparasitológicos. Por conta da natureza degradada do DNA molde, pode ocorrer a incorporação incorreta de nucleotídeos durante a amplificação, e é pouco provável que sejam detectados com RFLP ou análises de microssatélites (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008).

Em alguns casos, testes do tipo Elisa (*Enzyme-linked immunosorbent assay*) têm sido usados para rastrear parasitos em amostras palaeoparasitológicas. Técnicas Elisa detectam a presença de proteínas (ou seja, enzimas, proteínas de superfície de vírus ou bactérias etc.) Por isso, a abordagem é adequada apenas para se detectar um parasito, mas não permite uma análise evolutiva (ou seja, filogenética).

Por exemplo, Deelder e colaboradores (1990) empregaram as técnicas de Elisa para detecção de antígenos de parasitos em remanescentes mumificados do Egito, para verificar a presença de *Schistosoma* sp. Recentemente, Mitchell, Stern e Tepper (2008) estudaram duas latrinas medievais na cidade do Acre para averiguar disenteria com uso de Elisa.

No entanto, tal como acontece com o DNA, a degradação da proteína é um fenômeno progressivo e constante após a morte. Por isso, devem-se usar múltiplos controles positivos e negativos para verificar se há falsos positivos e reações cruzadas potenciais.

ANÁLISES EVOLUTIVAS

Evidências moleculares em amostras palaeoparasitológicas podem fornecer uma visão evolutiva da história dos parasitos e da diversidade das populações parasitárias ao longo do tempo. Crucial para a análise de DNA antigo é a montagem do fragmento e a identificação das sequências obtidas.

Para sequências misturadas de múltiplas espécies (ou seja, mediante abordagens metagenômicas), a análise é normalmente realizada colocando-se sequências homólogas junto com sequências agrupadas para comparação, ou usa-se um programa que possa lidar com o conjunto de sequências.

Pesquisas Blast – *Basic local alignment search tool* (por exemplo, GenBank) e posterior análise de todas as sequências homólogas em abordagens filogenéticas permitem, então, a identificação das sequências obtidas. Muitas vezes, no entanto, só é possível identificar as sequências nas grandes ordens taxonômicas, e a identificação de gênero e espécie só é possível se sequências semelhantes ou idênticas estão disponíveis para o gene de interesse.

Portanto, em abordagens genômicas, a maioria de DNA recuperado pode permanecer, por ora, não identificável (Green *et al.*, 2006; Noonan *et al.*, 2006). Se uma determinada espécie de parasito é alvo de pesquisa em uma amostra

palaeoparasitológica, recomenda-se a busca por genes que tenham representantes atuais e conhecidos, disponíveis no GenBank. Genes ou regiões conhecidos por serem informativos para a questão de interesse devem ser sequenciados, como as derivadas de alinhamentos com sequências existentes (Dittmar, Mendonça de Souza & Araújo, 2006).

Os métodos mais relevantes de análise filogenética atuais são a máxima parcimônia, distância, máxima verossimilhança e inferência bayesiana. Idealmente, o método de inferência utilizado deverá extrair o máximo de informações possíveis dos dados da sequência. Análises filogenéticas visam, essencialmente, a deduzir a história evolutiva de um grupo de espécies, ou grupos de genes (ou seja, evolução genética familiar). Ao se trabalhar com aDNA, muitas vezes pode-se cumprir o propósito de identificação e validação de sequência. Em outras palavras, o fato de sequências aDNA gruparem com genes homólogos atuais na filogenia pode identificar o fragmento sequenciado como proximamente relacionado, e assim permitir que o pesquisador avalie se o aDNA pertence ou não à espécie (ou grupo taxonômico) de interesse.

Pelo fato de as amostras de aDNA geralmente não datarem de mais que 100.000 anos, faltará, em muitos genes, um acúmulo de informação de variação para os distinguir dos atuais (em outras palavras: eles são muito proximamente relacionados). Esse problema é agravado pelo fato de se obterem, na maioria das vezes, apenas alguns genes, o que poderá não responder adequadamente à questão colocada e impedir estimativas filogenéticas de vários *loci* independentes (Päabo *et al*., 2004). Por exemplo, no estudo de Raoult e colaboradores (2008) sobre piolhos pré-colombianos (*Pediculus humanos capitis*) em múmias peruanas, empregaram-se dois genes mitocondriais – citocromo b e citocromo oxidase subunidade I. Isso proporcionou informação suficiente para agrupar os piolhos sequenciados com piolhos do haplótipo (filótipo A) existentes no resto do mundo, em uma filogenia derivada de dados existentes sobre piolhos atuais.

Tal resultado permitiu a rejeição da hipótese clássica sobre a introdução do piolho da cabeça nas Américas pelos colonizadores espanhóis e reforça a hipótese de que os piolhos do corpo também podem ter estado presentes na América pré-hispânica. Porém, não sustenta uma interpretação subsequente em relação a uma origem geográfica específica do piolho na América do Sul por migrações humanas antigas, em virtude da falta de resolução no nível intrapopulacional.

Do mesmo modo, Dittmar e colaboradores (2003), estudando *P. irritans* (pulgas humanas) do período pré-hispânico, demonstraram claramente o agrupamento das amostras históricas com *Pulex* atualmente existentes na mesma área geográfica, e os genes obtidos não apresentaram variação intraespecífica.

No campo palaeoparasitológico, estudos filogenéticos de níveis taxonômicos mais elevados (famílias, ordens) e da relação de espécies extintas com as existentes é difícil, simplesmente porque a preservação de parasitos ao longo do tempo é muito rara, especialmente de helmintos endoparasitos, friáveis e delicados, com reduzida probabilidade de se conservar.

Além disso, muitos parasitos tendem a ocupar nichos em locais que frequentemente não se preservam (ou sejam, pelos, penas, trato digestivo, tecidos moles). Por conseguinte, esses parasitos estão certamente sub-representados no registro fóssil, o que coloca um problema contínuo para a calibração da divergência temporal nos estudos sobre filogenia de parasitos. As evidências ocasionais de parasitos fósseis dizem respeito, sobretudo, aos artrópodes (Poinar & Poinar, 2007).

Outros dados incluem nematoides parasitos (Mermithidae) de formigas neotropicais, preservados em âmbar (Poinar *et al*., 2006) e vestígios de poliquetas no interior de pelecípodas (bivalvos), gastrópodes, cefalópodes, corais, estromatoporoides, crinoides (lírios-do-mar), braquiópodas, ectoproctas e esqueletos de algas calcárias do Ordoviciano ao Permiano, e do Paleozoico (Cameron, 1969). No entanto, nenhum deles pode proporcionar recuperação de DNA.

Ainda são subexploradas as possibilidades de estudo do DNA parasitológico em restos de mamutes congelados no *permafrost*, cujos encontros têm sido mais frequentes em virtude do aumento anual da temperatura global. Vários estudos com dados genéticos de mamutes, mastodontes e preguiças-gigantes (Cooper *et al*., 2001; Poinar *et al*., 2003, 2005) e seus restos alimentares (Hofreiter *et al*., 2000) já provaram a viabilidade de recuperação de DNA com base nesse material, e que ovos de parasitos podem também estar bem preservados.

Um exemplo bem-sucedido de estudo filogenético em restos de animal extinto foi o sequenciamento dos genes mitocondriais ND2 e citocromo b da águia gigante de Haast (*Harpagornis moorei*), que mostrou não só uma inesperada relação com um grupo de águias pequenas, mas também uma rápida mudança morfológica em um curto espaço de tempo (700.000–1,8 milhão de anos) (Bunce *et al*., 2005). Se testados em material palaeoparasitológico, os resultados podem ser igualmente informativos sobre tempo de divergência dos parasitos e plasticidade da adaptação morfológica.

Outro campo onde o DNA antigo recuperado de parasitos é promissor é o estudo sobre domesticação de animais, ou, em um sentido mais amplo, a associação cultural de animais e seres humanos (por exemplo, ratos, camundongos). A domesticação não só aumenta o número de hospedeiros disponíveis em um dado hábitat, mas também promove o contato dos parasitos animais com os hospedeiros humanos, e vice-versa (Araújo, Reinhard & Ferreira, 2000; Cox, 2002; Kloos & David, 2002). Proporciona, assim, aos parasitos boa quantidade de hospedeiros em número estável e facilmente atingíveis, e alarga as possibilidades de se encontrar novos hospedeiros. Exemplos conhecidos são muitos parasitos secundários em humanos, que são na verdade parasitos primários de outros hospedeiros animais, tais como *Trichinella* spp. (principalmente encontrados em ratos e porcos), *T. cruzi* (mamíferos silvestres e domesticados), *Balantidium* spp. (porcos) ou *P. irritans* (porquinho-da-índia ou cobaia).

Os animais domésticos são muitas vezes suspeitos como origem de infecções parasitárias humanas. No entanto, como é o caso da teníase, evidências genéticas em amostras sugerem a aquisição do parasito por ancestrais humanos antes da domesticação dos respectivos hospedeiros ungulados (Hoberg *et al*., 2001). Por isso, evidências palaeoparasitológicas podem ser informativas em várias frentes. Em primeiro lugar, podem ajudar a identificar parasitoses comuns tanto em amostras animais como em humanas por diagnósticos parasitológicos pela microscopia ou amostragem genética. Em segundo lugar, na maioria dos casos as amostras palaeoparasitológicas podem ser datadas, considerando-se outras evidências. Assim, elas fornecem um padrão temporal que pode ser usado nas tentativas de calibração molecular, o que é particularmente útil diante da persistente falta de parasitos fósseis. Posteriormente, isso irá contribuir para a determinação do hospedeiro original e da direção da divergência de hospedeiros.

Ocasionalmente, a questão central nos estudos em DNA antigo está na espécie ou no nível populacional. Nem todas as amostras se prestam a esse tipo de análise, uma vez que a amostragem com tamanho estatisticamente satisfatório é necessária para se avaliar eficazmente frequências de haplótipos. Por exemplo, Burger e colaboradores (2007) estudaram dois *loci* nucleares para a persistência da lactase em dez indivíduos do Neolítico, Mesolítico e Idade Média.

A lactase é necessária para digerir lactose, o açúcar do leite, e na maioria dos mamíferos essa habilidade é perdida após o desmame. Só os indivíduos da Idade Média mostraram a heterozigose necessária para a persistência da lactase. Por isso, é provável que essa característica da persistência da lactase em humanos só tenha sido adquirida por seleção fortemente positiva durante os últimos 8.000 anos.

Crucial para esse tipo de estudo é a combinação comparativa de amostras modernas e antigas (ou históricas) de uma mesma área geográfica. Isso proporciona ampla observação diacrônica e deve, no caso das amostras paleoparasitológicas, também permitir avaliar recentes mudanças de hospedeiros.

Não existe estudo abrangente, desse tipo, para amostras palaeoparasitológicas, embora Loreille e Bouchet (2003) apontem para a possibilidade de se avaliar os padrões de especiação, introgressão e hibridização com amostras de *Ascaris* spp. em material de uma latrina da Bélgica do século XIV. As ideias de Loreille e Bouchet (2003) são de interesse no contexto das abordagens coalescentes, que procuram retrospectivamente vestígios de alelos existentes para seus mais recentes antepassados comuns (MRCA, *Most Common Recent Ancestors*) ao longo do tempo (Edwards & Beerli, 2000) e, assim, uma melhor percepção da genealogia e história da população, incluindo os eventos de hibridação ou introgressão. Os períodos de coalescência são estimados com base nos dados existentes, e havendo um ponto de amostragem datado a partir de um tipo de alelo potencialmente extinto (com base em amostra paleoparasitológica), provavelmente se irá melhorar a precisão do modelo.

No entanto, espécies estreitamente relacionadas (população) terão muitas vezes coalescência superficial. Assim, para muitos alelos, será impossível fazer a distinção entre espécies, ou seja, neandertais *versus* humanos (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008). Por isso, haverá limites para esse tipo de estudo, dependendo do material disponível e da sua capacidade de encontrar e amplificar os marcadores certos.

PALEOPARASITOLOGIA E FILOGEOGRAFIA

As evoluções do hospedeiro e do parasito estão intricadamente ligadas. Genética e morfologicamente, parasito e hospedeiro envolvem-se em uma corrida constante, cada um tentando ganhar vantagem sobre o outro. Essas ligações persistem no tempo e no espaço. Nesse processo, parasitos são transmitidos de pais para a prole e de ancestrais a descendentes.

Os parasitos movem-se juntamente com seus hospedeiros e, no devido tempo, adaptam-se a novos ecossistemas. A pesquisa em paleoparasitologia traz um olhar sobre esses acontecimentos passados e pode, portanto, informar diretamente acerca de rotas de migração dos hospedeiros, assim como sobre mudanças de hospedeiros, ou, indiretamente, sobre as condições climáticas, nutrição do hospedeiro ou práticas culturais (Reinhard & Bryant, 2008). Isso é importante, porque o estudo exclusivo em populações atuais pode levar a interpretações errôneas sobre padrões de distribuição temporais de parasitos ou de seus hospedeiros.

Por exemplo, evidências palaeoparasitológicas de ancilostomídeos, estrongilídeos e tricurídeos fornecem provas irrefutáveis de rotas de migração para o Novo Mundo que não pela região da Beríngia, renovando, assim, um intenso debate sobre esta questão (Hawdon & Johnston, 1996; Sianto *et al*., 2005; Montenegro *et al*., 2006; Araújo *et al*., 2008). Sobretudo, esses estudos apoiam a ideia de que, em alguns casos, o ambiente ártico pode ter agido como uma barreira para algumas doenças do Velho Mundo (Dillehay, 1991).

Araújo e colaboradores (2008) argumentam que ancilostomídeos (*Necator* sp. e *Ancylostoma* sp.), *Trichuris trichiura* e outros helmintos exigem condições específicas para a manutenção do ciclo de vida que jamais vigoraram no clima hostil da Beríngia. Especificamente, lembram que a ancilostomíase e a tricuríase humanas, entre outras verminoses intestinais, são específicas do hospedeiro humano, que no ciclo de vida dos parasitos que lhes dão origem não há hospedeiros intermediários e que o desenvolvimento dos ovos e larvas desses parasitos demanda umidade alta e temperaturas adequadas.

Combinando-se os dados palaeoparasitológicos com os modelos de migração que consideram parâmetros como a dispersão humana, conclui-se que é pouco provável que os seres humanos tenham atravessado a Beríngia rápido o suficiente para introduzir esses parasitos no Novo Mundo. Por isso, a migração Clóvis pode não ter sido a única via de

chegada dos humanos, sendo possíveis as migrações costeiras ou transoceânicas (Araújo, 1988; Araújo *et al.*, 1988; Montenegro *et al.*, 2006).

O estudo de Montenegro e colaboradores (2006) baseia-se em evidências diretas da presença dos ovos do parasito. Evidências diretas são equivalentes a dados morfológicos (fenotípicos), que muitas vezes não apresentam resolução sobre o nível populacional. Por exemplo, Araújo e colaboradores (2008) não puderam identificar de que populações do Velho Mundo os ancilostomídeos ou *Trichuris* do Novo Mundo descendem. Do mesmo modo, apesar de Raoult e colaboradores (2008) terem utilizado dados moleculares, os genes que estudaram não forneceram resolução adequada para resolver a história genealógica do piolho.

Para se estudar variações de sequência em indivíduos de determinada espécie, são necessários dados de DNA de genes adequados. No entanto, esses estudos só são viáveis se amostras de vários indivíduos estiverem disponíveis, o que raramente é o caso das amostras palaeoparasitológicas.

Estudos em amostras humanas incluíram DNA de europeus antigos para estudar a ascendência dos europeus modernos (Haak *et al.*, 2005). Haplótipos de 24 esqueletos mostraram que a composição genética atual provavelmente deriva dos caçadores-coletores do Paleolítico, que estavam presentes na área há mais de 40.000 anos (Knapp, Vigilant & Hofreiter, 2008).

Dados palaeoparasitológicos podem ter implicações em nosso entendimento acerca da influência do aquecimento global sobre a transmissão de doenças parasitárias. Como a maioria dos parasitos requer certas condições para um desenvolvimento bem-sucedido, as flutuações de temperatura podem permitir ou levar os parasitos a migrar e a colonizar outras áreas diferentes daquelas em que se encontravam anteriormente (Araújo *et al.*, 2008). Combinando-se dados palaeoparasitológicos e palaeoclimáticos com informações sobre o clima e a distribuição dos parasitos na atualidade, seria possível, por conseguinte, alcançar um melhor poder preditivo a longo prazo, no que diz respeito às consequências parasitológicas causadas por alterações climáticas em escala local ou global.

Por exemplo, Lima e colaboradores (2008) encontraram DNA pertencente ao genótipo de *T. cruzi* I em vestígios humanos datados de 4.500 a 7.000 anos no vale do Peruaçu (Brasil). Esse genótipo é atualmente ausente na área e indica a recente emergência de um novo perfil epidemiológico, por conta de mudanças na disponibilidade de hospedeiros, que podem, de acordo com os autores, estar ligadas ao desmatamento e a mudanças climáticas.

Adicionalmente, a maior parte das amostras palaeoparasitológicas também contém restos ou sequências de DNA de vegetais, invertebrados ou vertebrados, permitindo a ligação direta de dados do parasito com outros dados de fauna e flora em níveis espaciais e temporais (Nielsen, Mahler & Rasmussen, 2000). Juntar esses úteis lampejos do passado ao presente é importante, uma vez que podem oferecer pistas para vários processos, tais como ciclos de transmissão alternativos, coevolução, adaptabilidade em *feedback* entre dieta e níveis de infecção, ou impacto da atividade humana sobre os ciclos de infecção.

CONCLUSÕES

Avanços técnicos em análises experimental e computacional continuam a entusiasmar o campo da palaeoparasitologia. Particularmente, as técnicas para sequenciar DNA antigo têm mostrado o avanço da área. No entanto, uma postura crítica frente aos resultados em aDNA em material palaeoparasitológico é necessária. Acima de tudo, devem-se considerar as limitações na investigação do aDNA. Esses problemas dizem respeito à idade e às condições de preservação da amostra, bem como à contaminação, a artefatos de sequenciamento e a análises computacionais usadas nesse tipo de análise e que podem mostrar resultados falsos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. Dessecação experimental de fezes contendo ovos de ancilostomídeos. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC/Ensp, 1988.

ARAÚJO, A.; REINHARD, K. & FERREIRA, L. F. The role of mummy studies in palaeoparasitology. *Chungará – Revista de Antropología Chilena*, 32: 111-115, 2000.

ARAÚJO *et al*. Hookworms and the peopling of America. *Cadernos de Saúde Pública* 2: 226- 233, 1988.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasites as probes for prehistoric human migrations. *Trends in Parasitology*, 24: 112-115, 2008.

AUFDERHEIDE, A. C. *et al*. A 9,000-year record of Chagas' disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101: 2.034-2.039, 2004.

AUSTIN, J. J.; SMITH, A. B.; THOMAS, R. H. Palaeontology in a molecular world: the search for authentic ancient DNA. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 303-306, 1997.

BECKMAN, M. Keeping kitty under wraps. *Science*, 915: 3, 2004.

BELL, C. J. Bichronology of North American microtine rodents. *In*: NOLLER, J. S.; SOWERS, J. M. & LETTIS, W. R. (Eds.). *Quaternary Geochronology: methods and applications*. Washington: American Geophysical Union, 2000.

BETANCOURT, J. L.; VAN DEVENDER, T. R. & MARTIN, P. S. *Packrat Middens: the last 40,000 years of biotic change*. Tucson: University of Arizona Press, 1990.

BOUCHET, F. *et al*. Parasite remains in archaeological sites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 47-52, 2003.

BUCKLAND, W. On the discovery of a new species of pterodactyle; and also of the faeces of the Ichthyosaurus; and of a black substance resembling sepia, or Indian ink, in the Lias at Lyme Regis. *Proceedings of the Geological Society of London*, I: 96-98, 1829.

BUNCE, M. *et al*. Ancient DNA provides new insights into the evolutionary history of New Zealand's extinct giant eagle. *PLoS Biology*, 3: e9, 2005.

BURGER, J. *et al*. Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 3.736-3.741, 2007.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Scientist*, 8: 35-40, 1960.

CAMERON, B. Paleozoic shell-boring annelids and their trace fossils. *American Zoologist*, 9: 689-703, 1969.

CARRIÓN, J. S. *et al*. Palynology and palaeoenvironment of Pleistocene hyaena coprolites from an open-air site at Oyster Bay, Eastern Cape Coast, South Africa. *South African Journal of Science*, 96: 449-453, 2000.

CARRIÓN, J. S. *et al*. Pollen in hyaena coprolites reflects late glacial landscape in Southern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 176: 193-205, 2001.

COOPER, A. & POINAR, H. N. Ancient DNA: do it right or not at all. *Science*, 289: 1.139, 2000.

COOPER, A. *et al*. Complete mitochondrial genome sequences of two extinct moas clarify ratite evolution. *Nature*, 409: 704-707, 2001.

COX, F. E. G. History of human parasitology. *Clinical Microbiology Reviews*, 15: 595-612, 2002.

DEELDER, A. M. *et al*. Detection of schistosome antigen in mummies. *The Lancet*, 335: 724-725, 1990.

DILLEHAY, T.D. Disease ecology and initial human migration. *In*: DILLEHAY, T. D. & MELTZER, D. J. *The First Americans: search and research*. Boca Raton: CRC Press, 1991.

DITTMAR, K. Evaluation of ectoparasites on the guinea pig mummies of El Yaral and Moquegua valley, in Southern Peru. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 32: 123-127, 2000.

DITTMAR, K. & TEEGEN, W. R. The presence of *Fasciola hepatica* (liver-fluke) in humans and cattle from a 4500 year old archaeological site in the Saale-Unstrut-Valley, Germany. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 141-145, 2003.

DITTMAR, K.; MENDONÇA DE SOUZA, S. & ARAÚJO, A. Challenges of phylogenetic analyses of aDNA sequences. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 9-13, 2006.

DITTMAR, K. *et al*. Techniques of DNA-studies on prehispanic ectoparasites (*Pulex* sp., Pulicidae, Siphonaptera) from animal mummies of the Chiribaya Culture, Southern Peru. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 53-59, 2003.

EDWARDS, S. V. & BEERLI, P. Perspective: gene divergence, population divergence, and the variance in coalescence time in phylogeographic studies. *Evolution*, 54: 1.839-1.854, 2000.

EISEN, J. Environmental shotgun sequencing: its potential and challenges for studying the hidden world of microbes. *Plos Biology*, 5: e82, 2007.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & DUARTE, A. N. Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and middle Pleistocene sites, central Italy. *The Journal of Parasitology*, 79: 440-442, 1993.

GREEN, A. *et al*. Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. *Nature*, 444: 330-336, 2006.

GUHL, F. *et al*. Isolation of *Trypanosoma cruzi* DNA in 4,000-year-old mummified human tissue from northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 108: 401-412, 1999.

HAAK, W. *et al*. Ancient DNA from the first European farmers in 7500-year-old Neolithic sites. *Science*, 310: 1.016-1.018, 2005.

HALL, A. & KENWARD, H. Disentangling dung: Pathways to stable manure. *Environmental Archaeology*, 1: 123-126, 1998.

HANDELSMAN, J. Metagenomics: Application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68: 669-685, 2004.

HAWDON, J. M. & JOHNSTON, S. A. Hookworms in the Americas: an alternative to trans-Pacific contact. *Parasitology Today*, 12: 72-74, 1996.

HOBERG, E. P. *et al*. Out of Africa: origins of the *Taenia* tapeworms in humans. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 268: 781-787, 2001.

HOFREITER, M. *et al*. A molecular analysis of ground sloth diet through the last glaciation. *Molecular Ecology*, 9: 1.975-1.984, 2000.

HORNE, P. D. A review of the evidence for human endoparasitism in the pre-Columbian New World through the study of coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 12: 299-310, 1985.

HORWITZ, L. K. & GOLDBERG, P. A study of Pleistocene and Holocene hyaena coprolites. *Journal of Archaeological Science*, 16: 71-94, 1989.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. *Enterobius vermicularis*: Ancient DNA from North and South American Human Coprolites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 67-69, 2003a.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. Analysis of ancient DNA from coprolites: a perspective with random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction approach. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 63-65, 2003b.

JONES, A. K. G.; HUTCHINSON, A. R. & NICHOLSON, C. The worms of Roman horses and other finds of intestinal parasite eggs from unpromising deposits. *Antiquity*, 62: 275-276, 1988.

KLOOS, H. & DAVID, R. The palaeoepidemiology of Schistosomiasis in ancient Egypt. *Human Ecology Review*, 9: 14-25, 2002.

KNAPP, M.; VIGILANT, L. & HOFREITER, M. Ancient DNA: phylogenetic applications. *In*: HOFREITER, M. & VIGILANT, L. *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. Chichester: John Wiley and Sons, 2008.

KNUDSON, K.; AUFDERHEIDE, A. & BUIKSTRA, J. Seasonality and palaeodiet in the Chiribaya polity of Southern Peru. *Journal of Archaeological Science*, 34: 451-462, 2007.

KOLMAN, C. J. & TUROSS, N. Ancient DNA analysis of human populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 111: 5-23, 2000.

KRAUSE, J. *et al*. Multiplex amplification of the mammoth mitochondrial genome and the evolution of Elephantidae. *Nature*, 439: 734-737, 2006.

KRINGS, M. *et al*. A view of Neanderthal genetic diversity. *Nature Genetics*, 26: 144-146, 2000.

KUCH, M. *et al*. Molecular analysis of a 11 700-year-old rodent midden from the Atacama Desert, Chile. *Molecular Ecology*, 11: 913-924, 2002.

LAMBERT, D. M. & MILLAR, C. D. Evolutionary biology: ancient genomics is born. *Nature*, 444: 275-276, 2006.

LELES, D. *et al*. Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Colombian South America times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LEROY, S. A. G. & SIMMS, M. J. Iron age to Medieval entogamous vegetation and *Rhinolophus hipposideros* roost in South-Eastern Wales (UK). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 4-18, 2006.

LIMA, V. S. *et al*. Chagas disease in ancient hunter-gatherer population, Brazil. *Emerging Infectious Diseases* 14: 1001-1002, 2008.

LOREILLE, O. & BOUCHET, F. Evolution of ascariasis in humans and pigs: a multi-disciplinary approach. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 39-46, 2003.

LOREILLE, O. *et al*. Ancient DNA from *Ascaris*: extraction amplification and sequences from eggs collected in coprolites. *International Journal of Parasitology*, 31: 1.101-1.106, 2001.

MADDEN, M. *et al*. Hybridization screening of very short PCR products for paleoepidemiological studies of Chagas' disease. *Biotechniques*, 30: 102-104, 2001.

MAHER, L. J. Environmental information from the palynology of bat guano. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 19-31, 2006.

MARGULIES, M. *et al*. Genome sequencing in microfabricated high-density picolitre reactors. *Nature*, 437: 376-380, 2006.

MITCHELL, P. D.; STERN, E. & TEPPER, Y. Dysentery in the crusader kingdom of Jerusalem: An Elisa analysis of two medieval latrines in the city of Acre (Israel). *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.849-1.853, 2008.

MONTENEGRO, A. *et al*. Parasites, paleoclimate and the peopling of the Americas: using the hookworm to time the Clovis migration. *Current Anthropology*, 47: 193-200, 2006.

NIELSEN, B. O.; MAHLER, V. & RASMUSSEN, P. An Arthropod assemblage and the ecological conditions in a byre in the Neolithic settlement of Weier, Switzerland. *Journal of Archaeological Science*, 27: 209-218, 2000.

NOONAN, J. P. *et al*. Sequencing and Analysis of Neanderthal Genomic DNA. *Science*, 314: 1.113-1.118, 2006.

PÄÄBO, S. *et al*. Genetic analyses from ancient DNA. *Annual Review of Genetics*, 38: 645-679, 2004.

POINAR, G. & POINAR, R. *What Bugged the Dinosaurs? Insects, disease, and death in the cretaceous*. Princeton: Princeton University Press, 2007.

POINAR, H. N. & STANKIEWICZ, B. A. Protein preservation and DNA retrieval from ancient tissues. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96: 8.426-8.431, 1999.

POINAR, H. N. *et al*. Molecular coproscopy: dung and diet of the extinct ground sloth *Nothrotheriops shastensis*. *Science*, 281: 402-406, 1998.

POINAR, H. N. *et al*. Nuclear gene sequences from a late Pleistocene sloth coprolite. *Current Biology*, 12: 1.150-1.152, 2003.

POINAR, H. N. *et al*. Metagenomics to paleogenomics: large-scale sequencing of mammoth DNA. *Science*, 311: 392-394, 2005.

POINAR, G. *et al*. Recent and fossil nematode parasites (Nematoda: Mermithidae) of Neotropical ants. *Journal of Invertebrate Pathology*, 91: 19-26, 2006.

RAOULT, D. *et al*. Evidence for louse-transmitted diseases in soldiers of Napoleon's grand army in Vilnius. *Journal of Infectious Diseases*, 193: 112-120, 2006.

RAOULT, D. *et al*. Molecular identification of lice from pre-Columbian mummies. *Journal of Infectious Diseases*, 197: 535-543, 2008.

REINHARD, K. J. Cultural ecology of prehistoric parasitism on the Colorado Plateau as evidenced by coprology. *American Journal of Physical Anthropology*, 77: 355-366, 1988.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretive tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J. & BRYANT, V. M. Pathoecology and the future of coprolite studies in bioarchaeology. *In*: STODDER, A. W. M. (Ed.). *Bioarchaeology: reanalysis and reinterpretation in Southwestern bioarchaeology*. Tempe: Arizona State University Press, 2008.

REINHARD, K. J. *et al*. Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitological technique. *Homo*, 37: 217-239, 1986.

ROLAND, N. & HOFREITER, M. Ancient DNA extraction from bones and teeth. *Nature Protocols* 2: 1756- 1762, 2007.

RÖMPLER, H. *et al*. Multiplex amplification of ancient DNA. *Nature Methods*, 1: 720-728, 2006.

SCOTT, L.; FERNÁNDEZ-JALVO, Y. & DENYS, C. Owl Pellets, pollen and the palaeoenvironment. *South African Journal of Science*, 92: 223-224, 1996.

SHAPIRO, B. & COOPER, A. Beringia as an Ice Age genetic museum. *Quaternary Research*, 60: 96-100, 2003.

SIANTO, L. *et al*. The finding of *Echinostoma* spp. (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated of 600–1,200 years before present. *The Journal of Parasitology*, 91: 972-975, 2005.

SMITH, F. A. & BETANCOURT, J. L. Predicting woodrat (*Neotoma*) responses to anthropogenic warming from studies of the palaeomidden record. *Journal of Biogeography*, 33: 2.061-2.076, 2006.

STILLER, M. *et al*. Patterns of nucleotide misincorporations during enzymatic amplification and direct large-scale sequencing of ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103: 13.578-13.584, 2006.

STONE, A.C. & STONEKING, M. Analysis of ancient DNA from a prehistoric Amerindian cemetery. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 354: 153-159, 1999.

VASAN, X. *et al*. An agent cleaving glucose derived protein crosslinks in vivo and in vitro. *Nature*, 382: 275-278, 1996.

VENTER, J. C. *et al*. Environmental genome shotgun sequencing of the Sargasso Sea. *Science*, 304: 66-74, 2004.

WAYNE, R. K.; LEONARD, J. A. & COOPER, A. Full of sound and fury: the recent history of ancient DNA. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30: 457-477, 1999.

WILLERSLEV, E. & COOPER, A. Ancient DNA. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 272: 3-16, 2005.

YANG, H. Ancient DNA from Pleistocene fossils: preservation, recovery, and utility of ancient genetic information for quaternary research. *Quaternary Science Reviews*, 16: 1.145-1.161, 1997.

YLL, R. *et al*. Vegetation reconstructions on the basis of pollen in Late Pleistocene hyena coprolites from San Teodoro cave (Sicily, Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 32-39, 2006.

ZINK, A. R. *et al*. Leishmaniasis in ancient Egypt and Upper Nubia. *Emerging Infectious Diseases*, 12: 1.616-1.617, 2006.

19

Paleoparasitologia Molecular

Alena Mayo Iñiguez

DNA ANTIGO: CONCEITOS

Técnicas de biologia molecular têm sido utilizadas para a recuperação e análise de DNA de vários materiais biológicos preservados do passado recente ou distante há mais de duas décadas, estabelecendo-se, assim, a linha de DNA antigo ou ancestral (*ancient DNA*).[1]

O termo 'DNA antigo' (aDNA) foi inicialmente usado para designar fragmentos de DNA encontrados em algum tipo de material biológico preservado ou fossilizado (Brown & Brown, 1994), como ossos, dentes, tecidos, cabelos e coprólitos de origem humana ou animal, insetos em âmbar, e por último de origem vegetal, sementes, material de herbários e de *permafrost*.

Um conceito mais abrangente desse termo refere-se a qualquer vestígio ou traço de DNA proveniente de um organismo morto ou partes deste, assim como DNA extracorpóreo (Herrmann & Hummel, 1994). Outras denominações que envolvem o estudo de aDNA também são usadas, como 'paleogenética' ou 'paleontologia molecular' (Marota & Rollo, 2002; Loreille & Bouchet, 2003), ou mesmo paleoparasitologia molecular (Ferreira *et al*., 2000) e paleomicrobiologia (Drancourt & Raoult, 2005), estas especificamente para o estudo de aDNA de microrganismos parasitos causadores de doenças humanas. E, por último, 'paleogenômica' (Poinar *et al*., 2006), que envolve a determinação e análise de extensos segmentos de aDNA nuclear na ordem de milhões de pares de bases (pb) ou mesmo genomas mitocondriais completos (mitogenômica).

DNA ANTIGO: HISTÓRICO

As primeiras tentativas de recuperação de material biológico proveniente de restos ancestrais envolveram especificamente proteínas. Resíduos de proteínas foram identificados em diferentes restos fósseis, como conchas

[1] Meus agradecimentos à dra. Ana Carolina Paulo Vicente pela orientação, sugestões e oportunidade de desenvolver este trabalho.

(Weiner, Lowenstam & Hood *et al*., 1976), instrumentos de pedra (Loy, 1983) e ossos (Ascenzi *et al*., 1985). Porém, as evidências pioneiras de detecção de proteínas ancestrais surgiram com o uso de técnicas imunológicas (Lowenstein, 1980) utilizadas atualmente no diagnóstico de parasitos mediante o uso de *kit* comercial (Gonçalves *et al*., 2002; Le Bailly *et al*., 2008).

Presume-se que o primeiro relato de extração de DNA e RNA antigos foi feito em 1980, por um grupo chinês, a partir da cartilagem da costela de uma múmia de Mawangtui, preservada por quase 2.000 anos (Herrmann & Hummel, 1994). Mas a primeira demonstração convincente da recuperação de sequências de aDNA de um animal extinto, à época, havia mais de 150 anos, foi publicada por Higuchi e colaboradores (1984). Eles mostraram a clonagem de um fragmento de 229 pb de DNA mitocondrial (mtDNA) de um espécime de museu, *Equus quagga,* espécie de zebra atualmente extinta. Esse grandioso trabalho (25 mil colônias analisadas para somente dois fragmentos de mtDNA de *E. quagga* clonados) é um marco no estudo de aDNA, demonstrando, pela primeira vez, o longo período de sobrevida do DNA, depois da morte do indivíduo (Quadro 1).

Quadro 1 – DNA antigo: histórico

Ano	**Estudo**	**Referência**
1984	mtDNA de *Equus quagga* (1884)	Higuchi *et al.*, 1984
1985	ntDNA de múmia egípcia (2600 a.C.)	Pavo, 1985
1989	Medidas de autenticação de resultados de aDNA	Pääbo, 1989
1990	CpDNA de magnólia do Mioceno	Golemberg *et al.*, 1990
1991	Determinação de gênero: ossos humanos (séc. XVII)	Hummel & Herrmann, 1991
1993	ntDNA de milho (4.700 AP)	Goloubinoff, Pääbo & Wilson, 1993
1994	Tuberculose pré-colombiana	Salo *et al.*, 1994
1997	mtDNA Neandertal. Não é nosso ancestral direto	Krings *et al.*, 1997
1998	Coprólito de preguiça (11.000 AP): hospedeiro e dieta	Poinar *et al.*, 1998
2000	16S rDNA de bactéria do homem do gelo (5.350–5.100 AP)	Cano *et* al., 2000
2003	Análise paleoambiental de *permafrost*	Willerslev *et al.*, 2003
2006	Genoma mtDNA completo do mamute	Krause *et al.*, 2006
2007	Detecção de ancestral bactéria viva em *permafrost*	Johnson *et al.*, 2007
2008	Genotipagem de *Trypanosoma cruzi* em múmias (7.000–4.500 AP)	Lima *et al.*, 2008

Pouco tempo depois, surge o primeiro resultado com DNA humano recuperado de uma antiga múmia egípcia datada de aproximadamente 2600 a.C. O estudo mostrou a clonagem de um fragmento de DNA nuclear de 3.400 pb e a identificação de sequências repetitivas de DNA humano (Pääbo, 1985).

Até aquele momento, os estudos de aDNA estavam restritos à extração de DNA de material extraordinariamente preservado. No entanto, as dificuldades técnicas enfrentadas na clonagem de DNA proveniente de restos de organismos

ancestrais foram minimizadas pela aplicação da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) (Saiki *et al.*, 1985; Mullis & Fallona, 1987). Com essa técnica, teoricamente basta uma única fita intacta de DNA-alvo para produzir milhares de cópias deste segmento, o que a torna uma ferramenta ideal para o estudo do aDNA.

Na primeira década de pesquisa de aDNA, aumentou o interesse de diversos grupos de pesquisa pelo tema, bem como a frequência de relatos de recuperação de aDNA, explorando diferentes tipos de materiais biológicos preservados (Quadro 2), principalmente ossos e tecidos de múmias (Hagelberg *et al.,* 1991; Merriwether; Rothhammer & Ferrell, 1994; Handt *et al*., 1996); insetos em âmbar (De Salle *et al*., 1992; Cano *et al*., 1993) e plantas fossilizadas (Golemberg *et al*., 1990; Brown *et al*., 1994).

Quadro 2 – DNA antigo em diferentes materiais biológicos

Origem	Tipo de material	Idade máxima registrada (anos)
Humana	Ossos e dentes Múmias Corpos enlameados Cabelos	38.000 5.000 7.500 0.3
Animal	Ossos Tecidos preservados naturalmente Tecidos preservados em museus Plumagem Cabelos Espécimes em âmbar *Permafrost*	25.000 13.000 140 130 >1 135.000.000 30.000
Bacteriana	*Permafrost*	3.000.000
Viral	*Permafrost*	140.000
Fúngica	*Permafrost*	750.000
Vegetal	Espécimes de herbário Sementes e espigas Sementes e embriões mumificados Espécimes em âmbar *Permafrost*	118 4.500 44.600 40.000.000 400.000

Fonte: Iñiguez *et al*. (2006).

A partir desse momento foram elaborados numerosos trabalhos para padronizar a técnica de PCR tendo em vista o estudo do aDNA, possibilitando a utilização de amostras biológicas que apresentam DNA degradado ou em quantidades mínimas. Entre os principais trabalhos destacam-se os do grupo liderado por Svante Pääbo, que desde o início foi uma das figuras mais proeminentes nessa área de investigação. Seus trabalhos de extração, amplificação enzimática, clonagem e análise filogenética das sequências de aDNA mostraram as peculiaridades e problemas de sua manipulação e a possibilidade de se obter sequências gênicas comprovadamente ancestrais aplicando-se variadas técnicas moleculares. Também foi pioneiro na caracterização de aDNA a partir de tecidos de vários espécimes representando uma extensa variedade de regiões geográficas e diferentes períodos, identificando a natureza das modificações químicas presentes no aDNA (Pääbo, Gifford & Wilson, 1988; Pääbo *et al*., 2004; Pääbo,

1989; Pääbo, Irwin & Wilson, 1990; Handt *et al*., 1994; Krings *et al*., 1997; Greenwood *et al*., 1999; Hofreiter *et al*., 2001, 2002; Hofreiter, 2008).

Assim, essa linha de pesquisa evoluiu, amadurecendo na identificação de problemas e soluções, e passou da mera amplificação de fragmentos de DNA de organismos fossilizados ou extintos à amplificação de DNA de material fóssil e à aplicação desses estudos no esclarecimento de questões em outras áreas do conhecimento. De qualquer maneira, os estudos com aDNA continuaram. Até 1995, foi possível analisar filogeneticamente seis espécies extintas, atualmente mais de vinte espécies de aves, humanos e mamíferos extintos foram elegantemente estudadas e genomas mitocondriais completados (Cooper *et al*., 2001; Poinar *et al*., 2006). Uma das pesquisas mais relevantes em evolução humana são os estudos das sequências de mtDNA do homem de Neanderthal que mostraram, com sofisticados experimentos, que esta espécie não seria o ancestral direto da espécie humana atual, como era considerado anteriormente (Krings *et al.*, 1997).

Por último, vale ressaltar o aumento do interesse da comunidade científica em analisar aDNA bacteriano (Marota & Rollo, 2002; Cano *et al*., 2000; Rollo *et al*., 2000), diferentes parasitos humanos, como *Mycobacterium tuberculosis*, *Yersinia pestis*, *Trypanosoma cruzi* e, principalmente, coprólitos como rica fonte de informações sobre o comportamento, hábitos alimentares e parasitos de animais e humanos do passado (Cooper & Poinar, 2000; Hofreiter *et al*., 2001; Poinar *et al*., 1998, 2001; Loreille *et al*., 2001; Iñiguez *et al*., 2003, 2006; Leles *et al*., 2008; Gilbert *et al*., 2008).

DNA ANTIGO: APLICAÇÕES

Até recentemente, o estudo de genética evolutiva baseava-se, principalmente, na extrapolação de informação de organismos vivos para a reconstrução do passado, ou nas interpretações das análises morfológicas de espécimes fósseis bem preservados. A descoberta de que o DNA poderia ser recuperado de restos de animais, plantas e de humanos surge como um novo recurso para a obtenção de evidência primária da informação genética desses organismos. A pesquisa de aDNA representa, sem dúvida, um campo de investigação inovador, de impacto e enorme utilidade, que marcou o progresso de diversas áreas da ciência.

Estudos de aDNA também se aplicam à parasitologia, em um sentido mais amplo. A investigação de aDNA teve sucesso principalmente nas áreas de paleontologia (Höss, 1995; Greenwood *et al*., 1999; Poinar, 2002), arqueologia (Burger *et al*., 2000; Relethford, 2001) e medicina forense (Goodwin, Linacre & Vanezis, 1999; Góes *et al*., 2002) e até na agricultura (Brown, 2001; Willmann, 2001) (Quadro 3).

Quadro 3 – DNA antigo nas diversas áreas do conhecimento

Linhas de pesquisa	Principais trabalhos
Antropologia	Prevalência de sexo e determinação de comportamentos Determinação de dieta e hábitos alimentares Origem e evolução da espécie humana
Arqueologia	Migrações humanas e padrões de povoamento Identificação de sexo em populações humanas
Agricultura	Origem e dispersão de cultivos Domesticação de espécies de milho e batata

Quadro 3 – DNA antigo nas diversas áreas do conhecimento (continuação)

Linhas de pesquisa	Principais trabalhos
Conservação	Relações filogenéticas em populações de mamíferos
Ciências forenses	Identificação de vítimas de assassinato e acidentes Identificação de vítimas de guerra
Paleontologia	Taxonomia de plantas e animais extintos
Bacteriologia	Determinação de cepas ancestrais
Zoologia	Taxonomia de animais recentemente extintos
Medicina	Origem das doenças infecciosas, tuberculose, peste, lepra
Parasitologia	Parasitos intestinais, doença de Chagas, viroses

PECULIARIDADES DO DNA ANTIGO

Nas células vivas, as moléculas de DNA se mantêm íntegras pelos processos contínuos de reparo do DNA, enquanto as enzimas catabólicas estão restritas a compartimentos celulares. A partir do momento em que um organismo morre, o DNA começa ser degradado por nucleases endógenas, reduzindo a molécula de DNA para mononucleotídeos. Além disso, DNA é submetido ao ataque de organismos que se alimentam ou degradam macromoléculas, tais como bactérias, fungos e insetos. Mas essa ação pode ser impedida pela destruição ou inativação dessas enzimas em condições especiais de rápida dessecação, baixas temperaturas e altas concentrações de sal (Lindahl, 1993; Hofreiter *et al.*, 2001). Ainda assim, restam processos que lentamente afetam o DNA, tais como a oxidação, depurinação, deaminação e outros, como a hidrólise, cujos produtos modificam bases nitrogenadas e açúcar fosfato, e/ou desestabilizam e quebram a molécula de DNA. A degradação em pequenos fragmentos, geralmente 100–500pb, é o tipo de dano mais óbvio ao aDNA (Pääbo *et al.*, 2004).

No entanto, hoje se sabe que a extensão da degradação não depende apenas da antiguidade, dos ambientes e condições em que os diferentes materiais arqueológicos foram coletados, pois as condições e o tempo de conservação depois da escavação e coleta são fundamentais no processo de degradação de aDNA (Pruvost *et al.*, 2007). Comumente, no aDNA de tecidos, a oxidação e até o efeito direto e indireto de radiação de fundo provocam modificações oxidativas de bases pirimidínicas (citosina C e timina T) que geram alta proporção de resíduos (*hydantoins*) que podem inibir a ação da DNA polimerase e, consequentemente, a PCR. Também a deaminação, ou hidrólise espontânea de citosina e seu homólogo 5-metilcitosina para uracila (U) e timina, é frequentemente encontrada no aDNA, o que provoca inserções errôneas durante a PCR (Lindahl, 1993; Hofreiter, 2008).

Com base nos dados das modificações oxidativas e hidrolíticas, determinou-se que o aDNA pode ser razoavelmente recuperado de espécimes de até 100.000 anos em condições ideais de concentrações fisiológicas de sais, pH neutro e temperaturas em torno de 15ºC (Hofreiter *et al.*, 2001).

Assim, essa linha de pesquisa enfrenta extremas dificuldades técnicas, como quando se trabalha com reduzida quantidade de DNA e de natureza degradada. As pesquisas com material proveniente de ambientes temperados ou de *permafrost* têm demonstrado a possibilidade de se estender o limite de antiguidade de recuperação e tamanhos de sequências aDNA.

A análise genética de *permafrost* revelou que aDNA de origem vegetal e animal pode ser preservado por longos períodos, mesmo na ausência de macrofósseis (Willerslev *et al.*, 2003; Lydolph *et al.*, 2005; Willerslev *et al.*, 2007). Por exemplo, secções de *permafrost* da Sibéria datados de 400.000 a 10.000 anos continham aDNA correspondente a, pelo menos, 19 táxons diferentes de plantas, incluindo a mais antiga sequência de aDNA autêntica já identificada (Willerslev *et al.*, 2003). O mais fascinante estudo de material de *permafrost* revela a sobrevivência de longo período de bactéria (*Actinobacteria*), em um criterioso experimento que mostra a atividade metabólica e de reparo de DNA em células microbianas antigas (Johnson *et al.*, 2007).

AUTENTICANDO RESULTADOS DE DNA ANTIGO

Atualmente, os estudos de aDNA estão caracterizados por algumas certezas e muitas dúvidas (Marota & Rollo, 2002). Em meados da década de 1990, quando uma série de estudos relevantes com aDNA se mostraram irreproduzíveis, a necessidade de autenticar o aDNA começou a ser evidente. Além disso, a recuperação de DNA de espécimes datados de mais de 100 milhões de anos, assim como de extensas sequências de aDNA, foram indícios de contaminação por DNA moderno.

Atualmente, sabe-se que relatos de falsos aDNA, infelizmente, vêm acontecendo desde o início dessa linha de pesquisa. A primeira clonagem do aDNA humano de um fragmento de aproximadamente 3 kb (Pääbo, 1985), bem como a recuperação de 0.8 kb de DNA de cloroplasto de *Magnolia* datado entre 17 e 20 milhões de anos (Golemberg *et al.*, 1990), demonstraram mais tarde ser consequência de contaminação com DNA moderno.

Do mesmo modo, o reexame do estudo pioneiro do espécime *quaggua* identificou posições incorretas na sequência de aDNA do estudo original. Alguns critérios de autenticidade de aDNA foram e continuam sendo definidos pelos principais grupos de investigação nessa área e pelos especialistas em bioquímica de ácido nucleico, gerando um maior rigor nas publicações de trabalhos com aDNA.

A primeira definição da autenticidade do DNA amplificado foi feita por Pääbo (1989). Basicamente, ressaltava o uso de controles de extração, a detecção de uma forte correlação inversamente proporcional da eficiência de amplificação com o tamanho do fragmento amplificado, e a reprodução da sequência obtida de aDNA em um segundo extrato da mesma amostra. Estudos posteriores determinaram medidas e condições para a obtenção de DNA verdadeiramente antigo. Sugeriram também uma série de testes e técnicas para serem usadas no controle durante todo o desenvolvimento dos experimentos moleculares. Apresenta-se, a seguir, uma seleção de critérios de autenticidade de aDNA, definidos pelos principais grupos de pesquisa sobre o tema. Para informações mais detalhadas, ver Cooper & Poinar (2000) e Pääbo *et al.* (2004).

Ensaios bioquímicos da preservação macromolecular

Uma vez que a preservação dos aminoácidos é compatível com a do DNA, realizar os ensaios bioquímicos nas amostras do estudo de aDNA permite acessar o estado de preservação do material, e, consequentemente, classificar as amostras com a possível recuperação de DNA. O método mais amplamente usado é a análise de quantidade, composição e racemização de aminoácidos, especialmente empregado em ossos e dentes, mas também aplicado a coprólitos. Poinar e colaboradores (1996) foram os primeiros a demonstrar que espécimes com alto níveis de racemização de aminoácidos não contêm suficiente aDNA para análises. Outros métodos também são pirólise-gás-cromatografia, espectrofotometria de massa, análise histológica, microscopia eletrônica de transmissão. Mas faltam extensos estudos sobre a correlação da preservação macromolecular detectada por essas técnicas e a preservação do aDNA (Pääbo *et al.*, 2004).

Área de trabalho com aDNA fisicamente isolada

Antes da PCR, é essencial que o trabalho com aDNA seja feito em áreas ou laboratórios restritos a este fim. A separação física ou/e temporária das etapas da pré-PCR e pós-PCR é essencial para reduzir os riscos de contaminação exógena. É evidentemente inapropriado um ambiente onde seja rotineiro o trabalho com grandes quantidades do DNA do alvo de estudo.

Controles da extração e amplificação

Controles de extração de DNA e da PCR devem obrigatoriamente ser feitos em paralelo em cada experimento. O controle da extração (em que a amostra é substituída por H_2O MilliQ ou bidestilada – autoclavada) detecta contaminação do procedimento, dos reagentes e instalações de extração. Uma vez detectada a contaminação, o fluxo de trabalho deve ser redesenhado, incluindo a esterilização química e física e os reagentes desprezados. Os controles da PCR detectam a contaminação na capela de PCR, e de *primers*. Controles positivos não são recomendados ou, se forem necessários, a amplificação deve acontecer fora do ambiente da amplificação do aDNA-alvo.

Quantificação de número de moléculas

Sempre que possível, deve-se determinar o número de moléculas de aDNA no extrato. Isso deve ser padronizado para cada *set* de *primers*, pois os *primers* diferem quanto à eficiência na amplificação inicial. Se um amplo número de moléculas estiver presente (>1.000 moléculas está estabelecido como uma boa base), não será necessário fazer múltiplas amplificações/clonagens. É improvável que ocorram mudanças na sequência, principalmente se um único alvo é esperado (ex: extrato de medula de osso – amplificação de mtDNA humano). No entanto, partindo-se de um número pequeno de moléculas (<1.000 moléculas) no início da PCR, é quase impossível, especialmente em estudos de aDNA humano, excluir a possibilidade de contaminação. Nesse caso, o estudo exige novas amplificações, clonagem e sequenciamento, com ao menos três clones para a autenticação do resultado. Os métodos mais utilizados são PCR competitivo e, mais recentemente, PCR quantitativo em tempo real.

ABORDAGENS MOLECULARES APROPRIADAS

Como já dito, a relação inversa entre tamanho e intensidade do produto da PCR é característica de aDNA. Recuperação de fragmentos entre 500 e 1.000 pb é incomum, geralmente pequenos fragmentos <500 pb são considerados aDNA original. Do mesmo modo, se não são mais facilmente amplificados que fragmentos maiores, em comparação com DNA moderno, isso é uma forte evidência de contaminação. Em análises de alvos de cópia simples (ex: nDNA) ou de patógenos, amplificações reproduzíveis do hospedeiro devem ser demonstradas, como por exemplo na detecção do parasito *Enterobius vermicularis* e mtDNA humano em coprólitos (Iñiguez *et al*., 2006). A aplicação de Nested PCR e a polimerização reconstrutora (Golemberg, Bickel & Weihs, 1996) são aconselháveis.

As sequências de aDNA devem ter sentido filogenético, especialmente em estudos de aDNA de animais extintos. Quando o pequeno tamanho do fragmento de aDNA recuperado não é indicado para esse fim, aconselha-se a sobreposição de sequências de pequenos fragmentos, com a confirmação das sequências na posição de sobreposição.

A análise de vários fragmentos de aDNA sobrepostos proporcionou a primeira análise de DNA de Neardenthal (Krings *et al*., 1997) e a determinação de genomas mitocondriais completos, como no caso do genoma mtDNA de animais extintos como moa e mamute (Cooper *et al*., 2001; Krause *et al*., 2006).

REPRODUÇÃO DE RESULTADOS

O ideal é que o resultado positivo de amplificação seja repetido da mesma forma e de outras independentes extrações do espécime, para se verificar os erros na sequência induzidos pelo dano do aDNA. O resultado das sequências de aDNA obtidas de sequenciamento direto deve ser baseado na análise de sequência de 3-10 produtos clonados por amplificação/amostra, como mencionado.

REPLICAÇÃO INDEPENDENTE

Resultados de aDNA novos, duvidosos ou inesperados devem ser replicados em um segundo laboratório, especificamente em pesquisa de aDNA humano. O trabalho deve ser desenvolvido desde a etapa de extração do aDNA até a determinação da sequência nucleotídica, seguindo de preferência o mesmo desenho experimental e os mesmos protocolos. Dessa maneira, elimina-se a possibilidade de contaminação intralaboratórios. O ideal é que a subamostra seja enviada, do museu ou sítio arqueológico, diretamente para o segundo laboratório.

Apesar disso, foram publicados e ainda se publicam trabalhos que não assumem os critérios estabelecidos para o desenvolvimento da investigação com DNA (Zischler *et al*., 1995; Monsalve *et al*., 1996; Nickle *et al*., 2002). Isso se deve, possivelmente, à divergência quanto à aplicabilidade dos critérios propostos a determinado estudo, como no caso dos ensaios bioquímicos de preservação macromoleculares possivelmente desnecessários no trabalho com amostras de visível preservação, datação recente e adequada conservação depois da escavação. E também ao reconhecimento de que a adesão a tais critérios, na rotina prática do laboratório, torna o trabalho caro e extremamente laborioso. Por exemplo, a reprodução de resultados nem sempre é fácil de acompanhar, não só pelo alto custo dos experimentos como também pela falta de laboratórios e profissionais especializados capazes de reproduzir as análises (Cooper & Poinar, 2000; Montiel, Malgosa & Francalacci, 2001). Além disso, a eliminação total dos riscos da contaminação parece praticamente impossível: esta é detectada, descrita e discutida nos mais especializados laboratórios da área (Handt *et al*., 1996; Kring *et al*., 1997; Marota & Rollo, 2002).

PALEOPARASITOLOGIA MOLECULAR: HISTÓRICO E ABORDAGENS

As doenças que acometeram civilizações passadas, assim como seus agentes etiológicos, podem ser também estudadas pela recuperação de seus materiais genéticos originais dos agentes patogênicos.

Um dos primeiros trabalhos desse tipo mostrou a presença de aDNA de *Mycobacterium tuberculosis* em ossos e discutiu a importância da técnica da PCR para as investigações osteoarqueológicas (Spigelman & Lemma, 1993). Com base na mesma metodologia, foi possível identificar *M. tuberculosis* em tecido pulmonar de uma múmia do Peru de aproximadamente 1.000 anos (Salo *et al*., 1994). Posteriormente, Arriaza e colaboradores (1995) discutiram a origem pré-colombiana da tuberculose no Chile, apresentando evidências moleculares do parasito em lesões de vértebras. *M. tuberculosis* também foi amplificado com sucesso de vértebras de um ossuário de uma comunidade indígena do Canadá (1400 AD) e de um cemitério mississipiano (1040 AD). Os estudos citados provam que a tuberculose não foi introduzida pelos exploradores e colonizadores europeus no Novo Mundo, como se pensava.

A confirmação da presença de tuberculose no Velho Mundo, à época pré-contato, foi dada pela identificação de *M. tuberculosis* em uma estrutura calcificada em tecido pulmonar de um corpo encontrado em uma capela bizantina de 600 AD (Donoghue *et al*., 1998). Até hoje *M. tuberculosis* é o microrganismo mais explorado nos estudos de aDNA,

não se limitando ao diagnóstico do complexo *M. tuberculosis*, mas se estendendo à genotipagem dos isolados em *M. tuberculosis* ou *M. bovis* e proporcionando importantes aportes para o entendimento da história dessa doença (Taylor, 1996; Donoghue *et al*., 1998; Zink *et al*., 2001a; Fletcher *et al*., 2003; Zink, Grabner & Nerlich, 2005; Taylor *et al*., 2007).

Com o propósito de verificar o agente infeccioso *Yersinia pestis* nas epidemias da Europa, têm sido desenvolvidos estudos de DNA antigo. A abordagem para a detecção molecular de *Y. pestis* em dentes de indivíduos datados de dois períodos de epidemias (1590 e 1722) foi a primeira demonstração da bactéria em esqueletos humanos antigos (Drancourt *et al*., 1998). No entanto, uma análise de 108 dentes coletados de cinco sítios arqueológicos potencialmente relacionados à peste negra em três países da Europa não foi positiva (Gilbert *et al*., 2004).

Diferentes alvos moleculares têm sido utilizados para se tentar esclarecer a discrepância entre os resultados de estudos de aDNA (Drancourt *et al*., 1998, 2004; Raoult *et al*., 2000). Outra questão elucidada pelas pesquisas de aDNA foi a determinação do genótipo dos isolados de *Y. pestis* de restos humanos antigos da França e Alemanha contemporâneos na pandemia de peste. Com base na tipagem múltipla de regiões espaçadoras (MST, *Multiple Spacer Typing*) e na caracterização do gene glpD, foi possível concluir que o biótipo Orientalis que hoje é mundialmente distribuído foi o causador das últimas epidemias da Europa (Drancourt *et al*., 2004, 2007).

Da mesma maneira, a recuperação de aDNA de bactérias e protozoários tem proporcionado informação sobre uma variedade de outras doenças infecciosas como lepra (Rafi *et al*., 1994; Montiel *et al*., 2003), sífilis (Kolman *et al*., 1999), febre tifoide (Papagrigorakis *et al*., 2006), difteria (Zink *et al*., 2001b) e infecção gastrointestinal (Zink *et al*., 2000), malária (Nerlich *et al*., 2008).

Com a aplicação de uma abordagem molecular desenhada para a detecção de *T. cruzi* em tecidos de camundongos experimentalmente dessecados (Bastos *et al*., 1996), Felipe Guhl e colaboradores (1999) conseguiram aDNA do parasito em tecidos de múmias do deserto de Atacama e concluíram que, há 4.000 anos, as populações pré-históricas do sul do Peru e norte do Chile sofriam de tripanossomíase americana. Da mesma forma, confirmou-se a presença de *T. cruzi* pré-colombiano no Chile, em múmias datadas de 2.000 anos, no deserto de Atacama (Ferreira *et al*., 2000). Um estudo estabeleceu metodologia de diagnóstico baseado na hibridação de produtos da PCR de 70 pb da região do minicírculo e identificou que 25 de 27 diversos tecidos provenientes de quatro múmias andinas eram positivos para esse alvo (Madden *et al*., 2001). Essa abordagem, posteriormente, serviu para determinar a frequência de 41% da infecção em grupos culturais do norte do Chile ao sul do Peru, concluindo pela presença de tripanossomíase americana há 9.000 anos (Aufderheide *et al*., 2004).

Recentemente, um primeiro estudo com múmias do Brasil recuperou um fragmento de aDNA de miniexon de *T. cruzi* em uma múmia datada de 7.000–4.500 AP do vale do Peruaçu, Minas Gerais. O estudo, que pela primeira vez realizou a genotipagem do isolado como TC II, é um marco na história dessa doença, mostrando a mudança espaço-temporal dos padrões da doença de Chagas que atualmente é caracterizada pela linhagem TC I na região (Lima *et al*., 2008).

Por último, o trabalho de Fernandes e colaboradores (2008) mostra pela primeira vez o verdadeiro vínculo entre a genotipagem de aDNA de *T. cruzi* e doença de Chagas, ao estudar uma múmia com lesão de megacólon, sugestiva da doença.

Resultados de aDNA bacteriano foram obtidos de tecidos provenientes do homem de gelo tirolês, ou Ötzi, datado de 4,546±17 anos AP, do período Neolítico. A flora bacteriana e bactérias patogênicas foram identificadas pela amplificação do gene ribossomal 16S DNA obtido de fragmentos de tecidos do estômago, colo, de roupagens e outros (Cano *et al*., 2000; Rollo *et al*., 2000).

Essa abordagem, porém, deve ser criteriosamente ajustada para estudos de aDNA, pois atualmente se sabe que o gene 16S rDNA, amplamente usado na taxonomia de bactérias, permite a determinação apenas em nível de gênero, o que pode pôr em dúvida o diagnóstico paleomicrobiológico.

Mais informações interessantes sobre o Ötzi – por exemplo, seu haplogrupo mtDNA humano (Rollo *et al*., 2006) ou a natureza de sua última refeição antes da morte – também foram recuperadas por meio das pesquisas de aDNA (Rollo *et al*., 2002). A utilização de alvos genéricos como os genes RNA ribossomais 12S, 18S, e DNA de cloroplasto (cpDNA), que servem, por exemplo, para determinar a origem vegetal da dieta, é corroborada pelas análises filogenéticas que dão suporte taxonômico ao diagnóstico (Rollo *et al*., 2002). Vale ressaltar a grande revelação desse trabalho ao discernir a origem do aDNA vegetal do conteúdo intestinal do ambiental, leia-se via inalação de pólen, e dieta, ao utilizar diferentes alvos moleculares.

PALEOPARASITOLOGIA MOLECULAR E COPRÓLITOS

A aplicação de técnicas moleculares para a análise do material fecal serviu para alcançar informação, em nível individual ou populacional, sobre dieta, gênero, filiação e a presença de agentes patogênicos (Höss *et al*., 1992; Kohn *et al*., 1995, 1999; Kohn & Wayne, 1997).

Fricker, Spigelman e Fricker (1997) utilizaram com sucesso a PCR para a detecção de aDNA de *Escherichia coli* em conteúdo intestinal de múmias da Idade do Ferro, datadas de 300 a.C. O estudo, além de mostrar algumas das dificuldades metodológicas inerentes ao trabalho com fezes (inibição da amplificação enzimática) e com aDNA (degradação do DNA e contaminação pelo DNA contemporâneo), assinala o modo como os coprólitos podem constituir uma fonte de análise de doenças infecciosas em civilizações pré-históricas, assim como prover uma informação alternativa sobre a evolução desses patógenos.

As tentativas de recuperação de DNA de coprólitos, pelos grandes grupos especialistas em aDNA, foram em vão (Höss *et al*., 1996). Até que foi demonstrada a presença de estruturas ligantes, entre grupos de aminoácidos e açúcar reduzido (produtos de Maillard), em grandes quantidades nos coprólitos, e que a utilização de PTB (brometo N-fenaciltiazolio), que cliva esta estrutura, facilita a amplificação do aDNA (Vasan *et al*., 1996).

Assim, só em 1998 aDNA de coprólitos de animais de quase 19.000 anos foram analisados para se determinar a sua origem, assim como a composição da dieta (Poinar *et al*., 1998). A abordagem adotada foi a amplificação dos genes ribossomais, do cloroplasto, e mitocondriais, e posterior identificação da espécie pela análise da sequência nucleotídica de diversos clones. Da mesma maneira, foi demonstrada a diversidade da dieta de ameríndios, usando-se três amostras de coprólitos de mais de 2.000 anos (Poinar *et al*., 2001).

Entretanto, apesar da criteriosa metodologia, o estudo é falho em apontar as espécies da dieta vegetal por não considerar os achados macromoleculares e estudos palinológicos da região (Reinhard *et al*., 2008). Duas críticas fundamentais a essa pesquisa são enfatizadas no estudo de Reinhard e colaboradores (2008): 1) O pequeno fragmento de cpDNA analisado permitiria a classificação taxonômica apenas em nível de família, 2) A abordagem para a identificação da espécie é a simples seleção do maior percentual de similaridade de sequências depois da comparação com a base de dados internacional de sequências nucleotídicas (Blast/GenBank), onde dados de sequência de cpDNA que correspondem as espécies da dieta vegetal dos Ameríndios podem não ter sido estudados ou depositados.

Sem dúvida, a principal aplicação dos coprólitos é como recurso de investigações paleoparasitológicas. Foi recuperado aDNA de *Ascaris*, proveniente de ovos do parasito isolados de coprólitos da Idade Média (Loreille *et al*.,

2001). Esse criterioso trabalho utilizou como alvo os genes citB e 16S, bem como realizou comparações de sequências aDNA de *Ascaris lumbricoides* e *Ascaris suum* modernos, parasitos do homem e do porco, respectivamente. Apesar de a análise arqueológica não determinar a origem dos coprólitos, sendo a origem humana apenas sugerida, hoje se sabe que pode existir infecção cruzada e que a classificação de espécie é muito mais complexa. De qualquer maneira, a confirmação da presença de *Ascaris sp.* em coprólitos do século XIV, recuperados de uma latrina no sítio arqueológico Place d'Armes, em Namur, Bélgica, foi a primeira estimulante evidência molecular de enteroparasitos nematódeos em populações antigas da Europa.

Iñiguez e colaboradores (2003, 2006) pesquisaram em coprólitos pré-colombianos de quatro sítios arqueológicos da América do Norte e do Sul, datados de 4110 a.C. – 900 AD; mostraram a recuperação de aDNA de *E. vermicularis* usando como alvo molecular a região espaçadora 5S rRNA. O estudo – que, pela primeira vez, mostrou a possibilidade de se acessar o material genético do parasito mesmo sem o prévio isolamento dos ovos, e em amostras negativas para a análise paleoparasitológica – fez uma análise genética da região intergênica que se revelou altamente conservada temporal e espacialmente, devido à presença de um gene (SL1 RNA) inserido que imprimia à região-alvo a conservação (Iñiguez *et al*., 2006).

O diagnóstico paleoparasitológico molecular diretamente de coprólitos e sedimentos tem indicado positividade em amostras negativas ao microscópio óptico para pesquisa de *Ascaris* sp. Diferentemente das análise microscópicas, as técnicas moleculares, baseadas no método de Loreille e colaboradores (2001), mostraram que a ascaríase e a trichuríase distribuíam-se amplamente na América do Sul pré-colombiana e que o padrão de distribuição destas infecções à época não diferia muito do padrão atual (Leles *et al*., 2008). O diagnóstico molecular, que tem demonstrado ser mais sensível do que o diagnóstico por microscopia óptica para *Ascaris* sp e *E. vermicularis*, deve trazer importantes contribuições acerca da história evolutiva destes parasitos e deve ser estendido para o estudo de outras infecções parasitárias.

REFERÊNCIAS

ARRIAZA, B. T *et al*. Pre-Colombian tuberculosis in Northern Chile: molecular and skeletal evidence. *American Journal of Physical Anthropology*, 98: 37-45, 1995.

ASCENZI, A. *et al*. Immunological detection of hemoglobin in bones of ancient Roman times and of Iron and Neolithic ages. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 82: 7.170-7.172, 1985.

AUFDERHEIDE, A. C. *et al*. 9,000-year record of Chagas' disease. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 101: 2.034-2.039, 2004.

BASTOS, O. M. *et al*. Experimental paleoparasitology: identification of *Tripanosoma cruzi* DNA in desiccated mouse tissue. *Paleopathology Newsletter*, 94: 5-8, 1996.

BROWN, K. Archaeology: new trips through the back alleys of agriculture. *Science*, 292: 631-633, 2001.

BROWN, T. A. & BROWN, K. A. Ancient DNA: using molecular biology to explore the past. *Bioessays*, 16: 719-726, 1994.

BROWN, T. A. *et al*. DNA in wheat seeds from European archaeological sites. *Experientia*, 50: 571-555, 1994.

BURGER, J. *et al*. Palaeogenetic analysis of (pre)historic artifacts and its significance for anthropology. *Anthropology*, 58: 69-76, 2000.

CANO, R. J. *et al*. Amplification and sequencing of DNA from a 120–135-million-year-old weevil. *Nature*, 363: 536-538, 1993.

CANO, R. J. *et al*. Sequence analysis of bacterial DNA in the colon and stomach of the Tyrolean Iceman. *American Journal of Physical Anthropology*, 112: 297-309, 2000.

COOPER, A. & POINAR, H.N. Ancient DNA: do it right or not at all. *Science*, 289: 1.139, 2000.

COOPER, A. *et al*. Human origins and ancient human DNA. *Science*, 292: 1.655-1.656, 2001.

DE SALLE, R. *et al*. DNA sequences from a fossil termite in oligo-miocene amber and their phylogenetic implications. *Science*, 257: 1.933-1.936, 1992.

DONOGHUE, H. D. *et al*. *Mycobacterium tuberculosis* complex DNA in calcified pleura from remains 1400 years old. *Letter Applied Microbiology*, 27: 265-269, 1998.

DRANCOURT, M. & RAOULT, D. Sequence-based identification of new bacteria: a proposition for creation of an orphan bacterium repository. *Journal of Clinical Microbiology*, 43: 4.311-4.315, 2005.

DRANCOURT, M. *et al*. Detection of 400-year-old *Yersinia pestis* DNA in human dental pulp: an approach to the diagnosis of ancient septicemia. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 95: 12637-12640, 1998.

DRANCOURT, M. *et al*. Genotyping, Orientalis-like *Yersinia pestis*, and plague pandemics. *Emerging Infectious Disease*, 10: 1.585-1.592, 2004.

DRANCOURT, M. M. *et al*. *Yersinia pestis* Orientalis in remains of ancient plague patients. *Emerging Infectious Disease*, 13: 332-333, 2007.

FERNANDES, A. *et al*. Pre-Columbian Chagas disease in Brazil: *Trypanosoma cruzi* I in the archaeological remains of a human in Peruaçu Valley, Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 514-516, 2008.

FERREIRA, L. F. *et al*. Paleoparasitology of Chagas disease revealed by infected tissues from Chilean mummies. *Acta Tropica*, 75: 79-84, 2000.

FLETCHER, H. A. *et al*. Widespread occurrence of *Mycobacterium tuberculosis* DNA from 18th-19th century Hungarians. *American Journal of Physical Anthropology*, 120: 144-152, 2003.

FRICKER, E. J.; SPIGELMAN, M. & FRICKER, C. R. The detection of *Escherichia coli* DNA in the ancient remains of Lindow Man using the polymerase chain reaction. *Letter Applied in Microbiology*, 24: 351-354, 1997.

GILBERT, M. T. P. *et al*. Absence of *Yersinia pestis*-specific DNA in human teeth from five European excavations of putative plague victims. *Microbiology*, 150: 341-354, 2004.

GILBERT, M. T. *et al*. DNA from pre-Clovis human coprolites in Oregon, North America. *Science*, 320: 786-789, 2008.

GÓES, A. C. *et al*. Identification of a criminal by DNA typing in a rape case in Rio de Janeiro, Brazil. *Sao Paulo Medical Jornal*, 120: 77-79, 2002.

GOLEMBERG, E. M.; BICKEL, A. & WEIHS, P. Effect of highly fragmented DNA on PCR. *Nucleic Acids Research*, 24: 5.026-5.033, 1996.

GOLEMBERG, E. M. *et al*. Chloroplast DNA sequence from a Miocene *Magnolia* species. *Nature*, 344: 656-658, 1990.

GOLOUBINOFF, P.; PÄÄBO, S. & WILSON, A. C. Evolution of maize inferred from sequence diversity of an Adh2 gene segment from archaeological specimens. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 90: 1997-2001, 1993.

GONÇALVES, M. L. *et al*. Detection of *Giardia duodenalis* antigen in coprolites using a commercially available enzyme-linked immunosorbent assay. *Transitions Royal Society Tropical Medical Hygiene*, 96: 640-643, 2002.

GOODWIN, W.; LINACRE, A. & VANEZIS, P. The use of mitochondrial DNA and short tandem repeat typing in the identification of air crash victims. *Electrophoresis*, 20: 1.707-1.711, 1999.

GREENWOOD, A. D. *et al*. Nuclear DNA sequences from late Pleistocene megafauna. *Molecular Biology and Evolution*, 16: 1.466-1.473, 1999.

GUHL, F. C. *et al*. Isolation of *Trypanosoma cruzi* DNA in 4,000-year-old mummified human tissue from northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 108: 401-407, 1999.

HAGELBERG, E. *et al*. Analysis of ancient bone DNA: techniques and applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 333: 399-407, 1991.

HANDT, O. *et al*. Ancient DNA: methodological challenges. *Experientia*, 50: 524-529, 1994.

HANDT, O. *et al*. The retrieval of ancient human DNA sequences. *American Journal of Human Genetics,* 59: 368-376, 1996.

HERRMANN, B. & HUMMEL, S. Introduction. *In*: HERRMAN, B. & HUMMEL, S. *Ancient DNA: recovery and analysis of genetic material from paleontological, archaeological, museum, medical, and forensic specimens*. New York: Springer, 1994.

HIGUCHI, R. *et al*. DNA sequences from the *quagga*, an extinct member of the horse family. *Nature*, 312: 282-284, 1984.

HOFREITER, M. Palaeogenomics. *Série Palévolution des Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 7: 113-124, 2008.

HOFREITER, M. *et al*. Ancient DNA. *Nature Reviews Genetics*, 2: 353-335, 2001.

HOFREITER, M. *et al*. Ancient DNA analyses reveal high mitochondrial DNA sequence diversity and parallel morphological evolution of late Pleistocene cave bears. *Molecular Biology and Evolution*, 19: 1244-1250, 2002.

HÖSS, M. Ancient DNA. *Hormone Research*, 43: 118-120, 1995.

HÖSS, M. *et al*. Excrement analysis by PCR. *Nature*, 359: 199, 1992.

HÖSS, M. *et al*. DNA damage and DNA sequence retrieval from ancient tissues. *Nucleic Acids Research*, 24: 1.304-1.307, 1996.

HUMMEL, S. & HERRMANN, B. Y-chromosome-specific DNA amplified in ancient human bone. *Naturwissenschaften*, 78: 266-267, 1991.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. *Enterobius vermicularis*: ancient DNA from North and South American Human Coprolites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 67-69, 2003.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. SL1 RNA gene recovery from *Enterobius vermicularis* ancient DNA in pre-Columbian human coprolites. *International Jornal of Parasitology*, 36: 1.419-1.425, 2006.

JOHNSON, S. *et al*. Ancient bacteria show evidence of DNA repair. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 104: 14.401-14.405, 2007.

KOHN, M. H. & WAYNE, R. K. Facts from feces revisited. *Trends in Evolution*, 12: 223-227, 1997.

KOHN, M. *et al*. Conservation genetics of the European brown bear: a study using excremental PCR of nuclear and mitochondrial sequences. *Molecular Ecolology*, 4: 95-103, 1995.

KOHN, M. H. *et al*. Estimating population size by genotyping faeces. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 266: 657-663, 1999.

KOLMAN, C. J. *et al*. Identification of *Treponema pallidum* subspecies pallidum in a 200-year-old skeletal specimen. *Journal of Infectious Disease*, 180: 2.060-2.063, 1999.

KRAUSE, J. *et al*. Multiplex amplification of the mammoth mitochondrial genome and the evolution of Elephantidae. *Nature*, 439: 724-727, 2006.

KRINGS, M. *et al*. Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell*, 90: 19-30, 1997.

LE BAILLY, M. *et al*. New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old World archaeological site using immunofluorescence and enzyme-linked immunosorbent assays. *The Journal f Parasitology*, 103: 298-300, 2008.

LELES, D. *et al*. Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Colombian South America times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LIMA, V. S. *et al*. Chagas disease in ancient hunter-gatherer population, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, 14(6): 1.001-1.002, 2008.

LINDAHL, T. Instability and decay of the primary structure of DNA. *Nature*, 362: 709-715, 1993.

LOREILLE, O. & BOUCHET, F. Evolution of ascariasis in humans and pigs: a multi-disciplinary approach. *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 39-46, 2003.

LOREILLE, O. *et al*. Ancient DNA from *Ascaris*: extraction amplification and sequences from eggs collected in coprolites. *International Journal of Parasitology*, 31: 1.101-1.106, 2001.

LOWENSTEIN, J. M. Species-specific proteins in fossils. *Naturwissenschaften*, 67: 343-346, 1980.

LOY, T. H. Prehistoric Blood Residues: detection on tool surfaces and identification of species of origin. *Science*, 220: 1.269-1.271, 1983.

LYDOLPH, M. C. *et al*. Beringian paleoecology inferred from permafrost-preserved fungal DNA. *Applied Environmental Microbiology*, 71: 1.012-1.017, 2005.

MADDEN, M. *et al*. Hybridization screening of very short PCR products for paleoepidemiological studies of Chagas' disease. *Biotechniques*, 30: 102-104, 106, 108-109, 2001.

MAROTA, I. & ROLLO, F. Molecular paleontology. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 59: 97-111, 2002.

MERRIWETHER, D. A.; ROTHHAMMER, F. & FERRELL, R. E. Genetic variation in the New World: ancient teeth, bone, and tissue as sources of DNA. *Experientia*, 50: 592-601, 1994.

MONSALVE, M. V. *et al*. Phylogenetic analysis of mtDNA lineages in South American mummies. *Annals of Human Genetics*, 60: 293-303, 1996.

MONTIEL, R.; MALGOSA, A. & FRANCALACCI, P. Authenticating ancient human mitochondrial DNA. *Human Biology*, 73: 689-713, 2001.

MONTIEL, R. *et al*. DNA sequences of *Mycobacterium leprae* recovered from ancient bones. *FEMS Microbiology Letter*, 226: 413-414, 2003.

MULLIS, K. B. & FALLONA, F. A. Specific synthesis of DNA in vitro via a polimerase-catalysed chain reaction. *Methods Enzymology*, 155: 335-350, 1987.

NERLICH, A. G. *et al*. Molecular evidence for tuberculosis in an ancient Egyptian mummy. *The Lancet*, 350: 1.404, 1997.

NERLICH, A. G. *et al*. *Plasmodium falciparum* in ancient Egypt. *Emerging Infectious Dissease*, 14: 1.317-1.319, 2008.

NICKLE, D. C. *et al*. Curiously modern DNA for a '250 million-year-old' bacterium. *Journal of Molecular Evolution*, 54: 134-137, 2002.

PÄÄBO, S. Molecular cloning of ancient Egyptian mummy DNA. *Nature*, 314: 644-645, 1985.

PÄÄBO, S. Ancient DNA: extraction, characterization, molecular cloning, and enzymatic amplification. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 86: 1.939-1.943, 1989.

PÄÄBO, S.; GIFFORD, J. A. & WILSON, A. C. Mitochondrial DNA sequences from a 7000-year old brain. *Nucleic Acids Research*, 16: 9.775-9.787, 1988.

PÄÄBO, S.; IRWIN, D. M. & WILSON, A. C. DNA damage promotes jumping between templates during enzymatic amplification. *Journal of Biological Chemical*, 265: 4718-4721, 1990.

PÄÄBO, S. *et al*. Genetic analyses from ancient DNA. *Annual Review of Genetics*, 38: 645-679, 2004.

PAPAGRIGORAKIS, M. J. *et al*. DNA examination of ancient dental pulp incriminates typhoid fever as a probable cause of the Plague of Athens. *International Journal of Infectious Disease*, 10: 206-214, 2006.

POINAR, H. N. The genetic secrets some fossils hold. *Account of Chemical Research*, 35: 676-684, 2002.

POINAR, H. N. *et al*. Amino acid racemization and the preservation of ancient DNA. *Science*, 272: 864-866, 1996.

POINAR, H. N. *et al*. Molecular coproscopy: dung and diet of the extinct ground sloth *Nothrotheriops shastensis*. *Science*, 281: 402-406, 1998.

POINAR, H. N. *et al*. A molecular analysis of dietary diversity for three archaic Native Americans. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 98: 4.317-4.322, 2001.

POINAR, H. N. *et al*. Metagenomics to paleogenomics: large-scale sequencing of mammoth DNA. *Science*, 311: 392-394. 2006.

PRUVOST, M. *et al*. Freshly excavated fossil bones are best for amplification of ancient DNA. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 104: 739-744, 2007.

RAFI, A. *et al*. *Mycobacterium leprae* DNA from ancient bone detected by PCR. *The Lancet*, 343: 1.360-1.361, 1994.

RAOULT, D. *et al*. Molecular identification by 'suicide PCR' of *Yersinia pestis* as the agent of Medieval Black Death. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 97: 12.800-12.803, 2000.

REINHARD, K. J. *et al*. Evaluating chloroplast DNA in prehistoric Texas coprolites: medicinal, dietary, or ambient ancient DNA. *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.748-1.755, 2008.

RELETHFORD, J. H. Absence of regional affinities of Neandertal DNA with living humans does not reject multiregional evolution. *American Journal of Physical Anthropology*, 115: 95-98, 2001.

ROLLO, F. *et al*. Analysis of bacterial DNA in skin and muscle of the Tyrolean iceman offers new insight into the mummification process. *American Journal of Physical Anthropology*, 111: 211-219, 2000.

ROLLO, F. *et al*. Otzi's last meals: DNA analysis of the intestinal content of the Neolithic glacier mummy from the Alps. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 99: 12.594-12.599, 2002.

ROLLO, F. *et al*. Fine characterization of the Iceman's mtDNA haplogroup. *American Journal of Physical Anthropology*, 130: 557-564, 2006.

SAIKI, R. K. *et al*. Enzymatic amplification on β-globulin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science*, 230: 1.350-1.354, 1985.

SALO, W. L. *et al*. Identification of *Mycobacterium tuberculosis* DNA in ancient mummy. *Proceedings of National Academic of Science USA*, 91: 2.091-2.094, 1994.

SPIGELMAN, M. & LEMMA, E. The use of the polymerase chain reaction (PCR) to detect *Mycobacterium tuberculosis* in ancient skeletons. *Internacional Journal of Osteoarchaeology*, 3: 137-143, 1993.

TAYLOR, G. M. *et al*. Rapid detection of *Mycobacterium bovis* DNA in cattle lymph nodes with visible lesions using PCR. *BMC Veterinary Research*, 3: 12, 2007.

TAYLOR, P. G. Reproducibility of ancient DNA sequences from extinct Pleistocene fauna. *Molecular Biology and Evolution*, 13: 283-285, 1996.

VASAN, S. *et al*. An agent cleaving glucose-derived protein crosslinks in vitro and in vivo. *Nature*, 382: 275-278, 1996.

WEINER, S.; LOWENSTAM, H. A. & HOOD, L. Characterization of 80-million-year-old mollusk shell proteins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 73: 2541-2545, 1976.

WILLERSLEV, E. *et al*. Diverse plant and animal genetic records from Holocene and Pleistocene sediments. *Science*, 300: 791-795, 2003.

WILLERSLEV, E. *et al*. Ancient biomolecules from deep ice cores reveal a forested southern Greenland. *Science*, 317: 111-114, 2007.

WILLMANN, M. R. Studying the historic migrations of the Irish potato famine pathogen using ancient DNA. *Trends in Plant Science*, 6: 450, 2001.

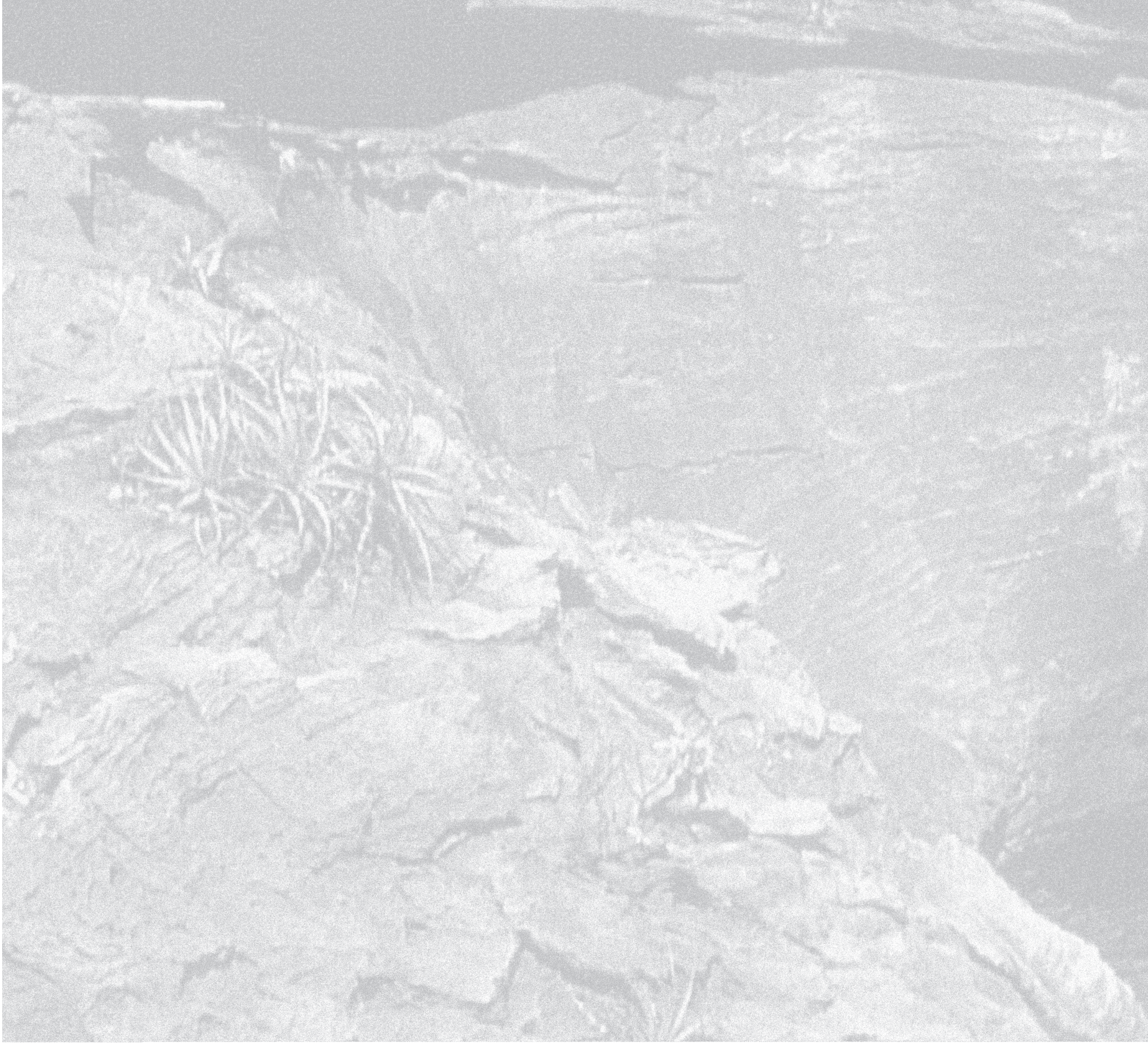
ZINK, A. R.; GRABNER, W. & NERLICH, A. G. Molecular identification of human tuberculosis in recent and historic bone tissue samples: the role of molecular techniques for the study of historic tuberculosis. *American Journal of Physical Anthropology*, 126: 32-47, 2005.

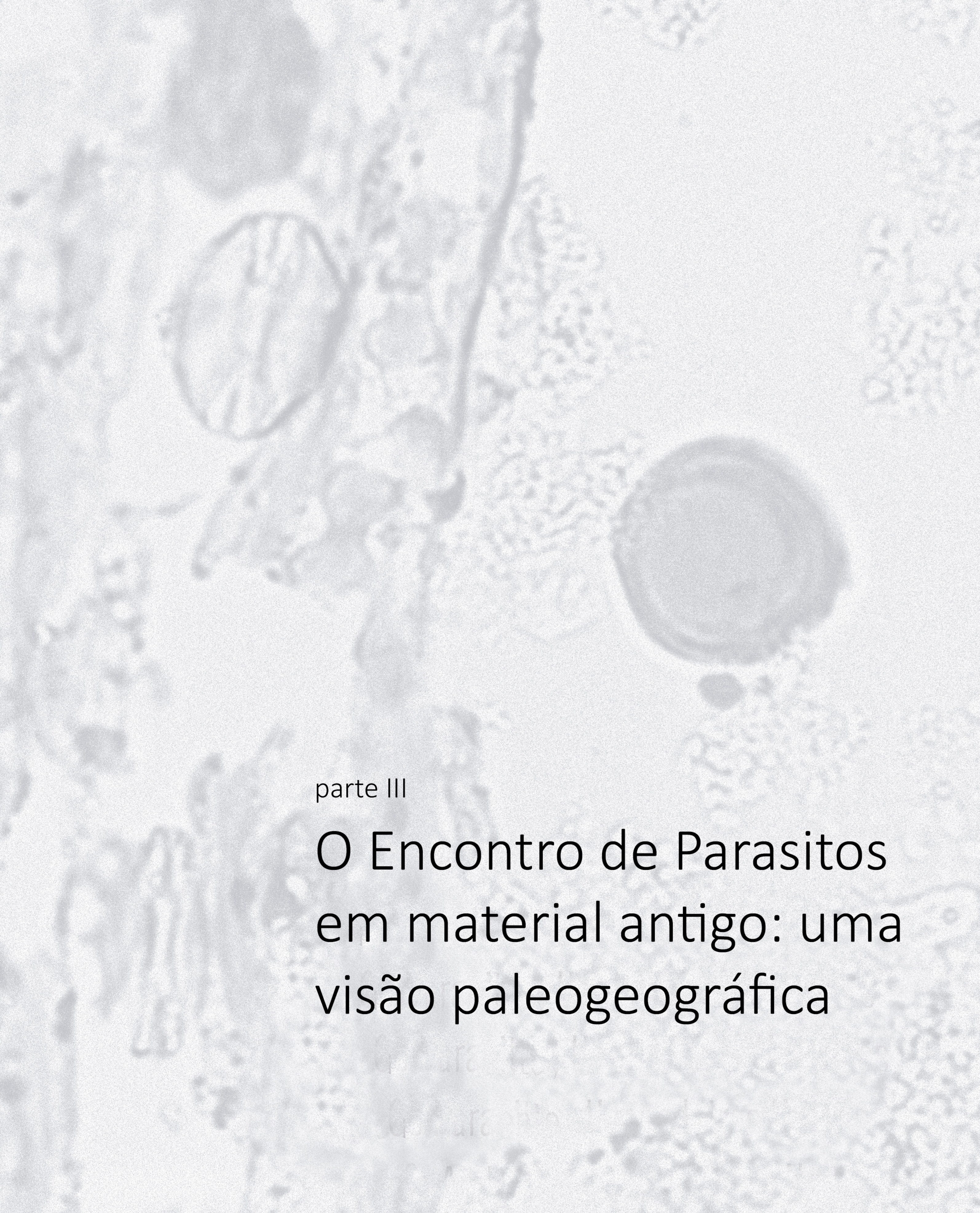
ZINK, A. *et al*. Molecular evidence of bacteremia by gastrointestinal pathogenic bacteria in an infant mummy from ancient Egypt. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 124: 1.614-1.618, 2000.

ZINK, A. *et al*. Molecular analysis of skeletal tuberculosis in an ancient Egyptian population. *Journal of Medical Microbiology*, 50: 355-366, 2001a.

ZINK, A. *et al*. *Corynebacterium* in ancient Egypt. *Medical History*, 45: 267-272, 2001b.

ZISCHLER, H. *et al*. A nuclear 'fossil' of the mitochondrial D-loop and the origin of mode. *Nature*, 378: 489-492, 1995.





parte III

O Encontro de Parasitos em material antigo: uma visão paleogeográfica

20

Os Achados na América do Sul

Luiz Fernando Ferreira • Léa Camillo-Coura • Martín H. Fugassa
Marcelo Luiz Carvalho Gonçalves • Luciana Sianto • Adauto Araújo

Na América do Sul, a paleoparasitologia se desenvolveu com os primeiros trabalhos feitos no Brasil, consolidando-se como uma nova ciência capaz de recuperar eventos do passado referentes à associação parasito-hospedeiro. Embora boa parte dos estudos sobre parasitos em material arqueológico na América do Sul tenha sido feita em múmias da região andina (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1988), surgiu também o interesse por parasitos de animais a partir dos estudos em coprólitos encontrados nas camadas arqueológicas como importante fonte sobre parasitos e seu potencial de dados sobre o clima no passado (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1982).

Devem-se assinalar também os estudos pioneiros de Callen e Cameron (1960) em coprólitos humanos de Huaca Prieta, Peru, datados de cerca de 5.000 anos, descrevendo ovos de *Dyphillobothrium* sp. Nesse artigo, Callen e Cameron comprovam o bom uso da reidratação de coprólitos em solução aquosa de fosfato trissódico, técnica ainda em uso, capaz de recuperar o material dessecado e de permitir o exame microscópico das estruturas preservadas na matéria fecal.

No início, a paleoparasitologia na América do Sul pontuou-se por estudos isolados, especialmente quando o material era enviado por arqueólogos a algum parasitologista conhecido, que então descrevia os resultados, como comentado por Ferreira, Araújo e Confalonieri (1988). Aos poucos, formaram-se grupos de pesquisa e cresceu o interesse pelo estudo de parasitos em material arqueológico, seguindo-se de estudos no Chile (Arriaza, 1995), no Peru (Ortega & Bonavia, 2003) e na Argentina (Fugassa & Guichón, 2005). Atualmente, conta-se, nesses três países, com grupos de pesquisa dedicados à paleoparasitologia que mantêm colaboração entre si e com o grupo da Fundação Oswaldo Cruz, no Brasil, e assim começam a se organizar. Por exemplo, na Colômbia e Bolívia, com pesquisadores participando de seminários, como a reunião internacional em 2008 na Universidade de Tarapacá, Arica, no Chile, dirigida por Bernardo Arriaza e que teve como tema o paleoambiente e a paleoparasitologia. Na Bolívia, iniciam-se os estudos em paleoparasitologia com os trabalhos de Sotomayor, Burgos e Arango (2004) e Nancy Orellana, com sua dissertação de mestrado defendida no Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz (Orellana, 2008). Nas três reuniões da Paleopathology Association na América do Sul, ocorridas no Rio de Janeiro, Brasil (2005), em Santiago do Chile (2007) e em Necochea, Argentina (2009), organizadas por Sheila Mendonça, Mario Castro e Ricardo

Guichón, respectivamente, deu-se lugar destacado a simpósios de paleoparasitologia, com apresentações de alunos e de pesquisadores já conhecidos.

A arqueologia na América do Sul vem se desenvolvendo tanto nos estudos dos grupos humanos que habitaram na costa do Pacífico e na região andina (Silverman & Isbell, 2008) como na região da Patagônia e nas terras brasileiras (Borrero, 2001; Pessis, 2003; Martin, 2005). A cada descoberta, evidencia-se a necessidade cada vez maior de exploração por especialistas em abordagens multidisciplinares.

Entre os sítios arqueológicos da América do Sul, destacam-se os situados na costa do Pacífico, na região andina. Lá estiveram sociedades organizadas, que se sucederam ao longo do tempo e finalmente foram extintas, em sua maioria, pelos conquistadores espanhóis, bem documentadas por relatos de época e pelo registro arqueológico, em virtude do interesse que despertaram. Mas deve-se lembrar que existem ainda grupos que guardam tradições de povos antigos, depositários desses antigos costumes (Silverman & Isbell, 2008).

A divulgação tem sido bem menor sobre outras terras da América do Sul. Desde o início do período colonial, conta-se com relatos de cronistas europeus que, por motivos diversos, partiram da costa atlântica a percorrer florestas e descampados pelo interior até o outro lado do continente. Porém, foi com a arqueologia dos povos que viveram no Brasil antes de sua descoberta que se deu destaque, no panorama nacional e internacional, ao modo de vida e às culturas desses povos (Tenório, 1999; Gaspar, 2000; Gaspar *et al*., 2008; Martin, 2005; Prous, 2006; Neves, 2006). Estudos recentes demonstram que, mesmo nas florestas, por exemplo, havia aldeias com grande número de pessoas (Heckenberger, Petersen & Neves, 1999) que praticavam agricultura diversificada (Olsen & Schaal, 1999; Clarke *et al*., 2006; Montenegro, Avis & Weaver, 2008).

Criaram-se polêmicas, como a que se instalou em torno da riqueza de achados nos sítios arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil (Guidon, 2007). As datações para a presença humana fogem às aceitas pelo saber atual ou melhor, pelo que se convencionou com base nos dados de outras regiões (Lima, 2006; Neves, 2006; Silva & Rodrigues-Carvalho, 2006). Outros sítios com datações antigas, como Monte Verde, no Chile, tiveram também destaque nas discussões sobre a presença humana na América pré-histórica (Dillehay, 2008). São novos conhecimentos, agregados a teorias já estabelecidas, que as confrontam e criam novos caminhos para se entender a evolução e a dispersão da espécie humana, especialmente com os novos achados na América do Sul (Guichón *et al*., 2006; Hubbe *et al*., 2007).

Os povos que habitavam a costa brasileira tiveram registro em documentos dos primeiros viajantes que chegaram à América e deixaram numerosos vestígios arqueológicos (Gaspar *et al*., 2008). Esses povos se movimentavam e interagiam com os do interior, em relações pacíficas ou de guerra, que se intensificaram com a chegada dos europeus (Medeiros, 2002). Podem-se traçar hipóteses, com base na documentação histórica, sobre a circulação de doenças parasitárias em território americano, antes e depois das grandes navegações, como está discutido neste livro. Os resultados da paleoparasitologia contribuem com dados empíricos, com as interpretações pertinentes a cada contexto arqueológico.

Em que pesem as condições de preservação em grande parte da América do Sul, em clima úmido e quente, com fauna e flora capazes de se aproveitar de todo resíduo orgânico lançado ao solo sem deixar rastros, há considerável acúmulo de dados dos tempos remotos da ocupação da região. Portanto, não é regra geral que em clima sujeito a chuvas e calor constantes haja impedimento a que se preservem vestígios arqueológicos de natureza orgânica capazes de trazer dados sobre o passado. Na região neotropical existem extensas áreas submetidas a clima árido ou semiárido, assim como outras em que temperaturas muito frias persistem durante períodos em que resíduos orgânicos encontram outras situações propícias à sua conservação. Mesmo na região amazônica, tida até recentemente como impossível de preservar vestígios orgânicos de antigas populações, isso vem sendo comprovado (Neves, 2006, 2008).

Um dos primeiros achados da paleoparasitologia foi obtido na América do Sul por Pizzi e Schenone (1954), em múmia chilena pré-colombiana. Os autores fazem especulações incorretas sobre uma possível origem sul-americana da infecção por *Trichuris trichiura*, mais tarde comentadas por Confalonieri (1988) em sua tese sobre a origem deste parasito em ancestrais humanos e sua introdução no continente americano.

Atualmente, os dados de sítios sul-americanos são significativos para se entender como se deram a ocupação de territórios na pré-história e o próprio povoamento do continente americano. A paleoparasitologia traz a perspectiva evolutiva da interação entre parasitos, hospedeiros humanos e o ambiente, contribuindo com seus resultados para as disciplinas que se dedicam ao estudo de épocas passadas (Araújo *et al.*, 2003).

Pode-se dizer que o nascimento da paleoparasitologia como ciência no Brasil influenciou fortemente a organização de outros grupos a ela dedicados em várias partes do mundo, que a fizeram evoluir e mudar o conhecimento sobre as doenças e infecções parasitárias em tempos remotos da humanidade. Cockburn (1971) prenuncia esse caminho quando discute as possibilidades de estudos sobre doenças em populações do passado, como forma de se entender o que se passou em tempos pré-históricos, e depois, nos períodos sucessivos em que se perderam – ou não existiram – os registros em documentos escritos.

Os dados paleoparasitológicos na América do Sul são muito interessantes e variados. Assinalam parasitoses intestinais na pré-história e mudam o conceito clássico que as tinha como provenientes da conquista europeia ou do tráfico escravo africano, portanto contradizendo conceitos preestabelecidos que afirmavam que a maioria das doenças ditas tropicais foram trazidas da África para as Américas, onde antes se encontrava um ambiente totalmente salubre (Freitas, 1935; Carvalho, 2006). Traça-se um quadro em que, por exemplo, a tuberculose e as helmintíases intestinais mais comuns, como a ascaridíase, ancilostomíase, trichuríase, enterobíase infectavam grupos indígenas na América pré-colombiana, desde as primeiras levas de migrantes em tempos remotos, assim como persistiram nas populações que os sucederam.

Provavelmente, essas parasitoses existiram nas populações pré-colombianas de caçadores-coletores com impacto menor, em virtude de hábitos nômades e peculiaridades alimentares, que não favoreceriam a manutenção dos ciclos evolutivos de helmintos ou a transmissão de determinadas bactérias, vírus ou outros parasitos. Em alguns grupos humanos identificou-se, pela análise de coprólitos, a ingestão de plantas com propriedades anti-helmínticas (Chaves & Reinhard, 2003). Por outro lado, nas sociedades agropastoris, a situação mudava, com a transmissão de outros parasitos facilitada pela aglomeração das pessoas (Reinhard, 1992).

Os estudos sobre infecções parasitárias em populações pretéritas, quando associados às atuais populações indígenas, contribuem para um contínuo sobre sequências de eventos ocorridos ao longo do tempo, capazes de reconstituir eventos da história da humanidade (Coimbra Jr. & Santos, 1992). Atualmente, há diversos grupos de cientistas interessados no estudo de parasitos em material arqueológico em vários países da América do Sul. A interpretação dos achados, bem como seu significado para entendimento da vida de populações antigas, começaram a surgir nos artigos de síntese baseados nas cooperações entre os grupos de pesquisa. Por exemplo, as investigações desenvolvidas na Patagônia Austral procuram saber sobre as condições de vida e saúde dos aborígines na região e as consequências do contato com europeus, no início do período colonial (Fugassa & Guichón, 2005; Casali, Fugassa & Guichón, 2006).

A seguir, faz-se um levantamento sobre os achados de parasitos em material arqueológico na América do Sul, com destaque para o registro paleoparasitológico de cada espécie ou grupo de parasitos. Não se pretende um registro exaustivo de todos os achados, mesmo porque, ao se publicar este livro, o catálogo já será obsoleto. Mas ele será útil para quem vir nele o quanto já se fez e o quanto de informações se pode obter pelo encontro de um simples ovo

de verme nas fezes preservadas, ou de um fragmento de material genético de um protozoário ou bactéria no tecido mumificado de algum indivíduo que há milhares de anos deixou de existir.

GEO-HELMINTÍASES E HELMINTOS PARASITOS COMO MARCADORES DE MIGRAÇÕES PRÉ-HISTÓRICAS

Como a maioria das infecções parasitárias comentadas a seguir tem helmintos por agentes, apresentam-se, em detalhes, aqueles que se transmitem pela contaminação do solo. Estes, geralmente, são de origem africana, parasitam humanos desde ancestrais pré-hominídeos e com os humanos chegaram às Américas muito antes dos navegantes ibéricos. São interessantes marcadores biológicos de migrações pré-históricas (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981; Araújo *et al.*, 2008).

Geo-helmintíases são as verminoses encontradas em humanos cuja transmissão se faz por contaminação do solo (Camillo-Coura, 1970, 1985a, 1985b). Incluem-se, entre os geo-helmintos, as espécies *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus* e *Strongyloides stercoralis* como as mais prevalentes na população global; e ainda as espécies da família Trichostrongylidae, *Ternidens diminutus*, *Oesophagostomum brumpti* e *Toxocara canis*; um terceiro grupo, com helmintos cuja transmissão pode se dar por outras vias, mas também pelo solo: *Enterobius vermicularis* (uma das helmintíases mais frequentemente encontradas por todos os continentes atualmente), *Hymenolepis nana* e *Echinococcus granulosus*. Muito mais raramente ocorrem casos de infecção humana por espécies do gênero *Coenurus*, *Capillaria hepatica*, *Syngamus laringeus*, *Ancylostoma braziliense*, entre outros.

Os ciclos de vida de cada um desses parasitos são bastante complexos, pois provêm de adaptações parasito-hospedeiro-ambiente ocorridas durante longo processo evolutivo. Descrevê-los em detalhe seria cansativo e, além disso, repetitivo, pois constam dos livros texto de parasitologia, facilmente acessíveis (Rey, 2008). Mas é importante sumarizar alguns aspectos para que, mesmo não sendo especialista, o leitor possa interpretar melhor as implicações paleoepidemiológicas. Para que se entendam os possíveis problemas de saúde causados por essas verminoses, apresentam-se alguns esboços dos quadros clínicos pertinentes a cada um.

Ancilostomíase – Ancilostomídeos (*Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus*)

O quadro clínico decorrente da infecção por ancilostomídeos em humanos caracteriza-se por anemia de diferentes intensidades e, eventualmente, edema. Ocorre perda de sangue nas fezes, por conta da fixação dos vermes na mucosa intestinal e das microulcerações resultantes, sendo o quadro anêmico tanto mais intenso quanto maior for a carga parasitária e de acordo com a capacidade de reposição de ferro do indivíduo.

Portanto, o aparecimento de sintomas decorre de uma série de fatores, entre os quais o número de parasitos (carga parasitária), estado nutricional do hospedeiro humano e sua dieta, além do ambiente em que vive, com as chances maiores ou menores de se infectar constantemente.

Tanto *Ancylostoma duodenale* como *Necator americanus* podem estar envolvidos em quadros clínicos indistinguíveis, mas há diferenças importantes em sua biologia que os fazem suportar maior ou menor variação ambiente, influindo na sua distribuição geográfica (Hoagland & Schad, 1978). *Ancylostoma duodenale* é capaz de resistir a temperaturas ambientes mais frias do que *Necator americanus*, e sua distribuição geográfica vai até latitudes maiores do que a da outra espécie.

São clássicos os casos descritos durante a construção do túnel de São Gotardo, entre a Itália e a Suíça. Edoardo Perroncito, Camillo Bozzolo e Luigi Pagliani identificaram, em 1879, a infecção por *Ancylostoma duodenale*, espécie descrita por Angelo Dubini em 1843, como a origem da anemia entre os operários que construíam a estrada de ferro naquele túnel. No caso, o parasito mantinha o ciclo no interior do túnel, onde a temperatura permanecia constante e em nível mais elevado do que externamente. Como o ambiente era fechado, com vários indivíduos a circular, e havia condições para superinfecções, os quadros clínicos nos operários foram muito graves, alguns fatais (Peduzzi & Piffaretti, 1983).

É possível que, entre grupos humanos pré-históricos que usavam as grutas e nelas permaneciam por muito tempo, o impacto da ancilostomíase tenha sido grande, nas regiões por onde a infecção se disseminou. Essa hipótese foi aventada por alguns pesquisadores (El-Najjar *et al.*, 1976; Stuart-Macadam, 1992; Grauer, 1993; Rothschild 2002), especialmente relacionada à hiperostose porótica, mas ainda não inteiramente comprovada (hiperostose porótica corresponde ao crescimento da medula óssea e consequente adelgaçamento da camada óssea, como reação a doenças anêmicas).

O número de ovos de ancilostomídeos encontrados por coprólito em material arqueológico na América do Sul, seja em coprólitos ou em sedimento de latrinas, é pequeno se comparado ao que se encontra em material atual. Em algumas amostras, encontram-se larvas, em diversos estágios de desenvolvimento, que precisam ser identificadas morfologicamente para não se confundirem com larvas de nematoides de vida livre ou de outras espécies de parasitos, como *Strongyloides stercoralis*.

As condições climáticas a que estão submetidas as amostras podem facilitar a eclosão dos ovos e o desenvolvimento das larvas. Assim se explica o encontro das larvas dos três estágios evolutivos em coprólitos de Unaí, Minas Gerais, gruta do Gentio II, com datações de até 3.500 anos (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1980). O clima semiárido do cerrado e da caatinga nordestina leva à rápida perda de água na superfície das fezes eliminadas, mantendo-se certa umidade no interior, o que permitiria a eclosão dos ovos e mudanças dos estágios evolutivos da larva, sem que pudessem sair para o solo em virtude da crosta formada externamente. Essa possibilidade foi verificada experimentalmente em nosso laboratório, ao se dessecar em estufa por períodos distintos, sob temperatura de 40-45°C, fezes de cão contendo ovos de ancilostomídeos. Pôde-se então observar que o artifício permitiu que as larvas evoluíssem até o estágio infectante sem abandonar a matéria fecal, sendo facilmente identificadas à microscopia, após reidratadas (Araújo, 1987).

Outro ponto importante relacionado à paleoepidemiologia da infecção por ancilostomídeos diz respeito a condições ambientes, particulares para cada região. Assim, diagnosticou-se a infecção por *Ancylostoma duodenale* em cerca de 20% da população atual que vive em pequenos povoados no entorno do Parque Nacional Serra da Capivara e nenhum caso de infecção por *Necator americanus*. Trata-se de uma região situada no triângulo das secas nordestinas, no semiárido do sudeste do estado do Piauí. Calor propício, mas umidade reduzida, dependendo da estação (chuvosa ou seca), dificulta a evolução das larvas no solo em determinadas áreas.[1]

Observações locais e experimentos testados demonstraram, porém, que o uso de reservatórios de água, chamados caldeirões, proporcionavam fonte de infecção e manutenção da infecção local, com os parâmetros biológicos necessários ao parasito. Foi nas cercanias desses reservatórios que se constituíram os povoados atuais, e onde também se situam os sítios escolhidos pelas populações pré-históricas. No entorno desses reservatórios naturais, a água pode fluir durante o período das chuvas e, durante a seca, a eles recorrem humanos e animais. Encontram-se,

[1] Dados sobre clima na região do Parque Nacional Serra da Capivara podem ser encontrados no *site* da Fundação Museu do Homem Americano (www.fumdham.org.br).

ali, fezes em abundância, datadas tanto do período pré-histórico como da atualidade. Do passado ao presente, eram os sítios de reunião e convivência das pessoas e animais, onde se transmitiam e se transmitem as infecções parasitárias, facilitadas pelas condições microclimáticas criadas pelo próprio ambiente e uso das espécies que habitam a região, entre estas os humanos. Seriam esses os focos naturais de infecção por ancilostomídeos, da pré-história aos dias atuais, que perpetuaram a ancilostomíase desde um passado remoto até a atualidade, em um contínuo de 7.000 anos.

Outro fator testado foi a capacidade de infecção por ancilostomídeos em populações com número reduzido de pessoas. Fez-se o teste por simulações em que foi aferida a velocidade de transmissão da parasitose por um indivíduo infectado com um macho e uma fêmea do verme, em população de cerca de trezentas pessoas, isoladas de contato com quaisquer outras (Marasciulo, 1992). Em um ano, o total da população seria exposto ao parasito, mesmo sob as condições mais adversas do clima semiárido. Assim, a transmissão poderia ser explicada pela ocupação particular do ambiente, ao se reunirem grupos de pessoas ao redor dos reservatórios de água. As larvas liberadas nas fezes teriam chance adequada para encontrar novos hospedeiros.

A conclusão da simulação, perfazendo um modelo de infecção por ancilostomídeos em populações pré-históricas, mostrou que um indivíduo infectado, ao tomar contato com uma população de cerca de trezentas pessoas, poderia infectá-las todas ao fim de um ano.

Remetendo-se a condições pré-históricas, pessoas infectadas chegadas por barco de regiões asiáticas teriam plenas condições de contaminar as que se encontravam na América do Sul, especialmente em ambientes mais favoráveis à transmissão (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Caldeirão do Urubu, serra Branca, Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí. No Semiárido Nordestino, pessoas e animais usam reservatórios capazes de manter a água da chuva armazenada por todo o ano. Ao redor, o solo pode ser mais úmido, sobretudo quando a água é usada para lavar roupa e abastecer povoados



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Figura 2 – Caldeirão, Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí. Ao usarem a água do reservatório, pessoas e animais tornam o solo propício à transmissão de larvas de ancilostomídeos, pois no local encontram-se também fezes humanas



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

As datações mais antigas para a presença de infecção por ancilostomídeos em populações pré-colombianas foram assinaladas em coprólitos humanos encontrados em sítios arqueológicos na América do Sul (Figuras 3 e 4). Uma das mais antigas está no Piauí, na região do Parque Nacional Serra da Capivara (Ferreira *et al.*, 1987), no sítio do Boqueirão da Pedra Furada, com datação pelo radiocarbono de 7.230±80 anos, e no sítio do Meio, com datações entre 7.000 e 9.000 anos (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003) (ver Cadastro de sítios arqueológicos, em www.fumdham.org.br).

Figura 3 – Coprólito humano datado de 7.230±80 anos, sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada, Piauí



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Figura 4 – Ovo de ancilostomídeo encontrado em coprólito humano datado de 7.230±80 anos, sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada, Piauí

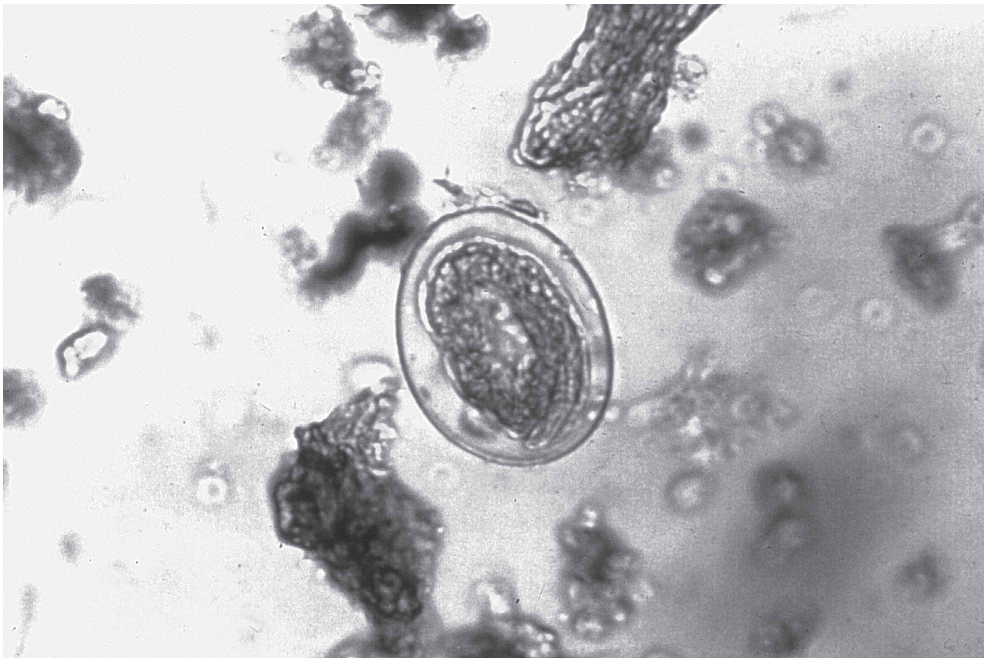


Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Em Minas Gerais, encontraram-se ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos datados de 4.905±85 a 1.325±60 anos, no sítio arqueológico Boqueirão Soberbo. No mesmo estado, ovos do parasito também foram encontrados em coprólitos da gruta do Gentio II, com datas de 3.490±120 a 430±70 anos, tanto recolhidos livres do sedimento arqueológico como retirados do interior de um corpo parcialmente mumificado (Figura 5), encontrado na gruta e com datação de cerca de 2.500 anos (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1983).

Figura 5 – Corpo parcialmente mumificado, gruta do Gentio II, Unaí, Minas Gerais, Instituto de Arqueologia Brasileira, Rio de Janeiro



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

As condições ambientes dessas regiões são semelhantes. O sudeste do Piauí está na zona semiárida nordestina, com períodos restritos de chuva de cerca de três a quatro meses por ano e ritmos pluviométricos distintos para cada estação, 690 mm em média (Najar, Chame & Chaves, 2000). Situação semelhante ocorre no cerrado do estado de Minas Gerais.

Em que pesem as ressalvas feitas anteriormente sobre condições microambientes propícias à transmissão da infecção por ancilostomídeos, estas não seriam adequadas à manutenção do ciclo de *Necator americanus*. O ciclo biológico de *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale*, estudado em populações indianas (Schad *et al*., 1973; Hoagland & Schad, 1978; Nawalinski, Schad & Chowdhury, 1978a, 1978b), em regiões submetidas aos rigores climáticos das monções, levou à conclusão de que *Ancylostoma duodenale* tem características de melhor adaptação a condições ambientes mais rigorosas e resiste melhor a elas do que *Necator americanus*. Isso explicaria as diferentes prevalências, maiores para *Ancylostoma duodenale* nas regiões semiáridas da Índia, em comparação com as de *Necator americanus*, superiores nas regiões de clima úmido.

Embora, até o momento, não se tenha identificado a espécie de ancilostomídeo prevalente nas populações pré-históricas do Piauí e Minas Gerais, o que ainda pode ser viabilizado mediante técnicas da biologia molecular, as conclusões sobre a Índia poderiam ser aplicadas às condições do cerrado mineiro e da caatinga nordestina. Principalmente quando, na população atual, segue prevalecendo a infecção por *Ancylostoma duodenale*, sem casos descritos para a outra espécie (Marasciulo, 1992; Alves *et al*., 2003).

Do Peru provêm dados precisos sobre a infecção por *Ancylostoma duodenale* em população pré-colombiana. Allison e colaboradores (1974) encontraram vermes adultos de *Ancylostoma duodenale* ainda fixados à mucosa intestinal do indivíduo em um corpo mumificado, datado de 890 a 950 de nossa era. Do Chile há dois registros, com datas de 6.100 a 3.950 AP no sítio de Tiliviche, Iquique, e em Toconao Oriente, San Pedro de Atacama, com datas de 2.500 a 2.100 anos AP (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003).

Existe ainda um achado na Argentina, com data próxima à conquista europeia, de 1.000 a 500 AP, no vale Encantado (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Os registros de larvas e ovos compatíveis com ancilostomídeos na Patagônia pertencem a amostras datadas de 8.920±200 anos AP, procedentes de região do ecótone bosque-estepe, uma das mais antigas para o continente americano (Fugassa, 2006a, 2006b). Deve-se ressaltar que tais achados correspondem ao Holoceno antigo, em período em que se assinalam níveis de umidade relativamente maiores do que os atuais na região (Borrero, 1999).

Comparativamente, encontraram-se em coprólitos de canídeos, datados de 6.540±110 anos, ovos do gênero *Uncinaria* (Fugassa *et al*., 2006). Nessa região, embora os grupos humanos tenham sido pequenos, o uso intensivo de abrigos-sob-rocha puderam servir como centros de infecção para esses parasitos.

Os dados da América do Sul, quando combinados com os da América do Norte (Reinhard *et al*., 2001), confirmam a antiguidade da infecção por ancilostomídeos, provavelmente decorrente da introdução por indivíduos infectados por *Ancylostoma duodenale*, em tempos remotos do povoamento das Américas (Montenegro *et al*., 2006; Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981; Araújo *et al*., 2008).

Ascaris lumbricoides

Há poucos achados, com raros ovos de *Ascaris lumbricoides*, em coprólitos humanos encontrados em sítios arqueológicos sul-americanos (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). É um paradoxo, pois se trata de um dos helmintos intestinais com maior prevalência na atualidade, assim como os dados sugerem ter acontecido na antiguidade europeia (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003).

Recentemente, os dados da biologia molecular mudaram esse panorama, pois, embora os ovos de *Ascaris lumbricoides* sejam, de fato, raramente encontrados em material orgânico preservado de sítios arqueológicos americanos, obteve-se sucesso na recuperação de material genético do parasito (Leles *et al*., 2008).

A infecção por *Ascaris lumbricoides* existia em populações pré-colombianas, tanto na região andina como nas terras baixas brasileiras, conforme mostram os dados da paleoparasitologia molecular (Leles *et al*., 2008). Os resultados revelam a importância de novas técnicas e do cuidado na interpretação de dados negativos em paleoparasitologia. Por exemplo, Fonseca Filho (1972) usou a ausência, ou baixas prevalências, da infecção por *Ascaris lumbricoides* em populações da Melanésia e Micronésia para explicar a origem transpacífica de populações sul-americanas, em tempos pré-históricos. Como nessas populações asiáticas, há cerca de 60–70 anos, não se registrou a infecção por esse verme intestinal, e o mesmo se dava nas populações indígenas sul-americanas do mesmo período, o autor usou o argumento do "dado negativo", isto é, a ausência da infecção por *Ascaris lumbricoides*, como indicativo de contatos transpacíficos entre asiáticos e sul-americanos, em períodos pré-colombianos.

Os raros achados de *Ascaris lumbricoides*, registrados recentemente em material arqueológico sul-americano, acrescidos aos da paleoparasitologia molecular (Leles *et al*., 2008), contestaram essa hipótese de dado negativo. Há muito que se pesquisar em relação a contatos anteriores à conquista europeia, e as infecções parasitárias podem fornecer dados inestimáveis para seu entendimento.

Na Patagônia, por exemplo, não há registro de *Ascaris lumbricoides* em período pré-colombiano, até o momento. Os únicos registros associam-se ao primeiro assentamento europeu no estreito de Magalhães, em 1584 (Guichón *et al*., 2006). O achado permitiu sugerir uma provável origem europeia para um esqueleto inicialmente considerado aborígine. Até o momento, os registros de *Ascaris lumbricoides* na Patagônia são compatíveis com as predições de baixas prevalências deste nematoide entre os aborígines locais, caracterizados por grande mobilidade e reduzido tamanho dos bandos. Podem-se prever aspectos interessantes sobre diferentes linhagens de parasitos, no caso *Ascaris lumbricoides*, e possibilidades de identificação, por técnicas moleculares, daquelas que já estavam presentes e outras introduzidas no período de contato.

Trichuris trichiura

Associada a *Ascaris lumbricoides*, a infecção por *Trichuris trichiura* foi a mais comum na antiguidade europeia (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003). Porém, na América pré-colombiana a ocorrência de ovos de *Trichuris trichiura* é comum, mas os de *Ascaris lumbricoides* são muito raros (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003).

Os ovos de *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* parecem ter resistência equivalente ao ambiente. Mas, aparentemente, os ovos de *Ascaris lumbricoides* sofrem mais intensamente efeitos do processo tafonômico do que os de *Trichuris trichiura*. Ambos possuem cascas espessas capazes de manter constante, por longo período, o microambiente adequado para a evolução das larvas no seu interior. A transmissão é similar, pela ingestão de ovos em alimentos e água, mas eles diferem pelo ciclo interno. Enquanto as larvas de *Ascaris lumbricoides* perfazem passagem na circulação sanguínea e pulmonar, antes de alcançarem o estágio adulto no intestino delgado, *Trichuris trichiura* evolui diretamente no intestino, com os ovos eclodindo ao passar pelo estômago e liberando as larvas que chegam ao intestino grosso e se fixam à mucosa para atingirem o estágio adulto.

A morfometria dos ovos é importante parâmetro diagnóstico. Os ovos de espécies de *Trichuris* podem ser diferenciados por tamanho e formato, de acordo com as espécies de hospedeiros da região estudada (Figura 6). Se a ocorrência de hospedeiros e suas determinadas espécies de *Trichuris* são conhecidas, mais fácil se torna o diagnóstico de origem zoológica de coprólitos examinados (Chame, 2003). Mas, quando se superpõem tamanhos de ovos de espécies desse parasito em hospedeiros de ocorrência regional concomitante, complica-se sua identificação (Fugassa, 2006a).

Porém, na maioria dos casos, a morfometria dos ovos de *Trichuris* é fator indicativo de diagnóstico da espécie que parasita humanos, como se exemplificou na Europa (Jones, 1982; Fernandes *et al.*, 2005) e nas Américas para o período pré-hispânico (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1980; Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981) e do contato europeu-aborígine (Fugassa, 2006b).

Figura 6 – Ovo de *Trichuris trichiura* em coprólito de múmia do período colonial brasileiro, século XVII, Itacambira, Minas Gerais, Brasil

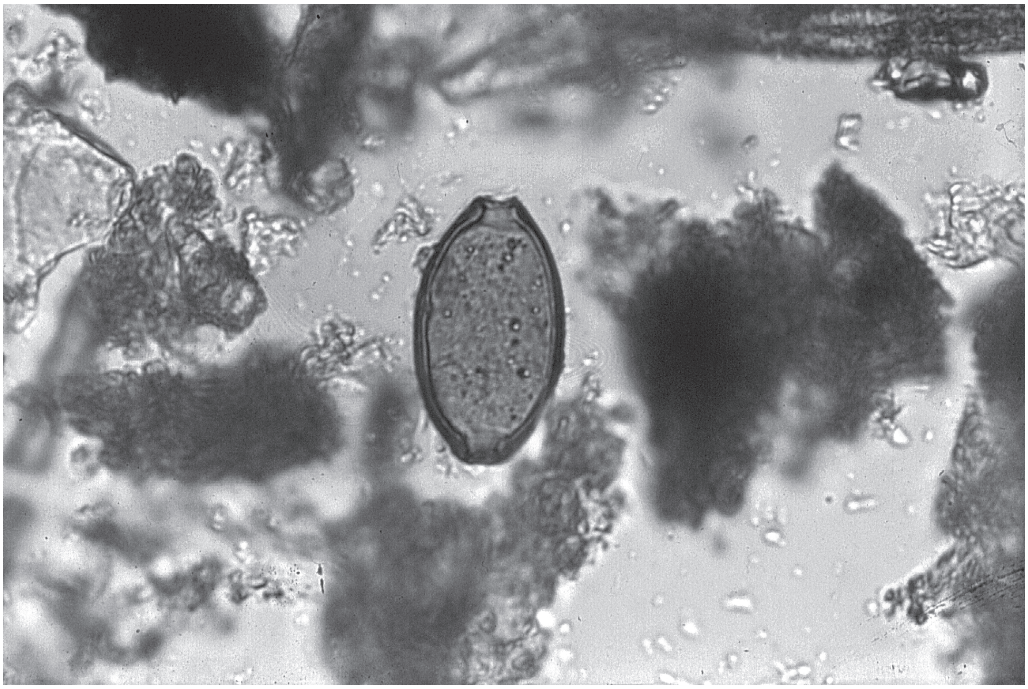


Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Tal como no caso de *Ascaris lumbricoides*, a infecção por *Trichuris trichiura* existia na pré-história sul-americana, mas de ocorrência muito mais abundante do que a provocada pela outra espécie. Há achados no Brasil, no Peru e no Chile, o que mostra a presença da infecção com distribuição ampla no território (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). A datação mais antiga provém de Minas Gerais, Brasil, com antiguidade de 8.000 a 7.000 anos, do sítio arqueológico de Lapa Pequena (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003).

Em algumas situações, podem-se usar parâmetros morfométricos dos ovos das espécies de *Trichuris* para a separação de espécies específicas de determinados hospedeiros, particularmente humanos, mas em outras isso não é possível. Fugassa (2006a) demonstrou que coprólitos de origem atribuída a humanos na Patagônia podem conter ovos de trichurídeos com padrões morfométricos distintos da espécie específica desse hospedeiro. O caso poderia ser associado à ingestão de roedores sem cozimento, tratando-se, portanto, de falso parasitismo.

No sítio arqueológico Nombre de Jesús, primeiro assentamento espanhol na Patagônia, registrou-se a presença de ovos de *Trichuris trichiura* com dimensões compatíveis com as tomadas para os ovos encontrados na Europa medieval (Fernandes *et al.*, 2005), em grupos agropastoris na América pré-colombiana e na população atual (Thienpont, Rochette & Vanparijs, 1979).

Estudos em populações atuais sobre a infecção por *Trichuris trichiura* mostraram ovos com medidas entre 50,0-65,0 e 54,0-60,0 μm (Jones, 1982). Em sedimentos de esqueletos humanos de Santa Cruz, as dimensões registradas para ovos de *Trichuris* foram de 51,25-62,5 μm x 28,75-32,5 μm, 61,75 μm x 28,75 μm e 55,0-65,0 μm (60,76±3,37; n=16) x 28,75-32,5 μm (30,55±1,37; n=16). Em coprólitos atribuídos a humanos, as medidas dos ovos de *Trichuris* variaram de 52,5-67,5 μm (61,12±3,19; n=20) x 27,5-33,75 μm (29,61±1,66; n=20) e 57,5-58,7 μm (58,1±0,85; n=2) x 30-40 μm (35±7,07; n=2). Isso significa uma variabilidade maior do que a conhecida para *Trichuris trichiura*. Pode-se explicar essa variabilidade por erro metodológico, como amostras pequenas ou erro na identificação do hospedeiro, ou na história biogeográfica de *Trichuris* sp. Nesse caso, a variabilidade morfométrica pressuporia uma espécie desconhecida de parasito em grupos aborígines, ou a presença de populações de *Trichuris trichiura* com ovos de padrões morfométricos diferentes, possivelmente em virtude de algum processo de deriva genética.

Tanto em humanos como em canídeos e felinos pode ocorrer falso parasitismo, isto é, ovos de parasitos em trânsito após ingestão de animais infectados por espécies de *Trichuris*. Há espécies descritas em roedores (Quadro 1), portanto, deve-se considerar a possibilidade de casos de falso parasitismo nas populações pré-históricas. Em roedores da Patagônia e em outros mamíferos da região, há alta especificidade (Babero, Cattan & Cabello, 1975), como para outros hospedeiros no mundo.

Quadro 1 – Espécies de *Trichuris* em hospedeiros que habitam a Patagônia

Espécie	Comprimento (μm)	Largura (μm)	Hospedeiro	Referência
Trichuris tenuis	46-50	28-30	Camelídeos	Chandler, 1930
T. bradleyi	57-65	29-34	*Octodon* sp.*	Babero, Cattan & Cabello, 1975
T. fulvis	65-72	28-31	*Ctenomys* sp.*	Babero & Murua, 1987
T. robusti	57-65	29-36	*Ctenomys* sp.*	Babero & Murua, 1990
T. chilensis	60-67	32-34	*Akodon* sp.*	Babero, Cattan & Cabello, 1976
T. bursacaudata	60-70	20-30	*Ctenomys* sp.*	Suriano & Navone, 1994
T. pampeana	50-60	20-30	*Ctenomys* sp.*	Suriano & Navone, 1994
T. myocastoris	53-60	30-34	*Myocastor coipus**	Barós, Majumdar & Mikailov, 1975
T. dolichotis	75	45	*Dolichotis patagonum**	Morini, Boero & Rodriguez, 1955

* Roedores.

O encontro de ovos de *Trichuris* com padrões morfométricos compatíveis com a espécie *Trichuris trichiura* indica que a amostra provém de origem humana. Testa-se essa assertiva por técnicas de biologia molecular (Leles *et al.*, 2008), por onde se pode chegar a correções mais próximas da realidade do que com comparações morfológicas.

O encontro de ovos de *Trichuris* em humanos com dimensões maiores do que as relacionadas à espécie encontrada habitualmente deve ser mencionado. Seriam dimensões mais próximas às de *Trichuris vulpis*, parasito específico de canídeos e outros carnívoros, que eventualmente estariam a parasitar humanos (Dunn *et al.*, 2002, Rinaldi *et al.*, 2006). Por outro lado, sustenta-se que poderiam ser variações de tamanho nos ovos da mesma espécie assinalada em humanos (Yoshikawa *et al.*, 1989). Há pouca investigação atual feita nesse sentido, mas em nosso laboratório

buscam-se respostas para essa questão por meio das técnicas da biologia molecular. Leles e colaboradores (2008) testam protocolos capazes de responder à possibilidade de infecções cruzadas ou de variações métricas nos ovos de *Trichuris trichiura*.

As infecções por *Trichuris trichiura*, assim como por *Ascaris lumbricoides*, ancilostomídeos e *Enterobius vermicularis*, situam-se entre as parasitoses intestinais por helmintos mais antigas na espécie humana. Partilharam de momentos significativos para a evolução da espécie de hospedeiro e, quiçá, influenciaram mudanças importantes em épocas passadas.

É notória a abundância de ovos de *Trichuris trichiura*, assim como de *Ascaris lumbricoides*, em material medieval europeu (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003). Tal não ocorre na América pré-histórica, embora se tenha assinalado a presença desses parasitos em sítios arqueológicos pré-colombianos (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003).

Dados preliminares obtidos na Patagônia mostram abundância de ovos de parasitos de animais em coprólitos humanos, caracterizando zoonoses ou passagem de ovos de parasitos, a que se chama falso parasitismo, antes da chegada de europeus à região. Um pequeno grupo de espanhóis, que vieram ocupar o sul da região no século XIX, mostraram, no sedimento da bacia pélvica, ovos de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, diferenciando-se do quadro parasitário da população local (Fugassa, 2006a).

Enterobius vermicularis

A infecção por *Enterobius vermicularis* estava presente há cerca de 6.000 anos nos grupos humanos que habitavam Tiliviche, norte do Chile (Ferreira *et al*., 1989, Figura 7). São poucos os achados de ovos desse parasito em material arqueológico sul-americano, e todos eles, até o momento, situam-se em vestígios orgânicos de grupos humanos que viveram na costa do Pacífico (Patrucco, Tello & Bonavia, 1983; Ferreira *et al*., 1985; Araújo *et al*., 1985), com um raro achado, sem datação, em Neuquén, norte da Patagônia, Argentina (Zimmerman & Morilla, 1983).

Figura 7 – Ovo de *Enterobius vermicularis* em coprólito humano de período pré-colombiano, deserto de Atacama, Chile



Fonte: Ferreira & Araújo (2005).

Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Os vermes adultos de *Enterobius vermicularis* vivem no intestino grosso do hospedeiro humano. Dali, as fêmeas repletas de ovos migram para a região perianal quando o hospedeiro está em repouso. Nesse local, ocorre então a postura, quando provocam prurido por sua movimentação, levando o hospedeiro a se coçar e a destruí-las, com liberação de grande quantidade de ovos. Estes contaminam as mãos do indivíduo, principalmente a região subungueal, facilitando a autoinfecção e infecção de novos hospedeiros. Ocorre também dispersão dos ovos no ambiente, assim como alguns se encontram na superfície das próprias fezes do indivíduo, contaminadas durante a defecação.

O encontro dos ovos nas fezes é, portanto, fortuito, e indicam-se métodos adequados para se aumentar a chance de diagnóstico. Dentre eles, o uso de fita adesiva para captura da fêmeas e ovos na região perianal, o que, evidentemente, não é aplicável em material arqueológico (pode-se raspar a região em corpos mumificados na tentativa de encontro de ovos do parasito). No caso de coprólitos, somente a sorte levará ao encontro de ovos, mas recomenda-se sua busca em sedimentos colhidos da região pélvica de esqueletos, com especial atenção para os forâmens do sacro, após cuidadosa lavagem e recolhimento do material (Fugassa, 2006).

Espera-se também o refinamento das técnicas de biologia molecular (Iñiguez *et al*., 2006) para que se possa alcançar dados mais precisos sobre a distribuição da parasitose na América do Sul. A enterobíase é prevalente em grupos humanos atuais em ambientes fechados, como creches, quartéis e orfanatos, mas, por suas características biológicas de transmissão, pouco dependente da influência ambiente. Encontra-se em todos os tipos de clima, onde quer que haja grupos humanos ocupando os mais diferentes territórios. Foi encontrada em grupos de caçadores-coletores e em grupos sedentários na América do Norte (Reinhard, Hevly & Anderson, 1987), e o fato de não ter sido encontrada nas populações pré-históricas que habitaram as regiões brasileiras só pode ser atribuído a deficiência técnica ou à extrema raridade de achados.

PARASITOS DE ANIMAIS EM COPRÓLITOS HUMANOS: DOMESTICAÇÃO E CONVIVÊNCIA COM ANIMAIS SELVAGENS

No Novo Mundo, a agricultura não foi adotada da mesma maneira que no Velho Mundo. Várias populações pré-históricas continuaram com seus hábitos caçadores-coletores, apesar do conhecimento de técnicas de cultivo adotadas por outros grupos da região, ou a usavam em conjunto (Diamond, 2002; Reinhard, 2006).

Pickersgill (2007) registra quatro áreas independentes onde se podem observar vestígios do desenvolvimento da agricultura nas Américas: sudeste da América do Norte, Mesoamérica, região dos Andes e terras baixas tropicais da América do Sul. Eram cultivados milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), batata (*Solanum tuberosum*), mandioca (*Manihot esculenta*), abóbora (*Cucurbita* spp.), amendoim (*Arachis hypogaea*), entre outros, por grupos pré-colombianos (Martin, 2005; Pickersgill, 2007; Prous, 2006; Reinhard, 1990; Smith, 1997).

A domesticação de animais nas Américas apresenta grandes diferenças quando comparada ao processo de domesticação que se deu no Velho Mundo (Brothwell & Brothwell, 1971). Diamond (2002) explica essa diferença basicamente pela geografia e pelo clima locais. A maioria dos herbívoros de grande porte está localizada na região da Eurásia, que é também o maior continente. Nas Américas, há poucas espécies de grande porte com chances de domesticação, em especial após as grandes extinções de mamíferos do final do Pleistoceno.

Há que considerar, porém, que os grandes rebanhos de herbívoros no Velho Mundo são migratórios ou ocupam grandes áreas de uso. Isso obrigava as populações humanas a deslocamentos contínuos, em busca de recursos, por áreas às vezes inóspitas ou utilizadas por outros grupos humanos, fenômeno conhecido como transumância. Nesse aspecto, o investimento na domesticação traz resultados vantajosos (Kormondy & Brown, 2002). No entanto, nas Américas, apesar da existência de herbívoros sociais de médio e grande portes, como o carneiro das montanhas

rochosas (*Ovis canadensis*), o bisão americano (*Bison bison*) e o alce (*Alces alces*), entre outros, na América do Norte (Geist, 1985), não há indícios de que essas espécies tenham sido domesticadas, apesar de caçadas para consumo.

A domesticação de animais no Novo Mundo ocorreu principalmente na região andina e no México, onde grupos nativos domesticaram patos (*Cairina moschata*), perus (*Meleagris gallopavo*), porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*) e lhama (*Lama glama*), da qual extraíam leite além da carne, e a alpaca (*L. pacos*), usada principalmente para extração de lã (Brothwell & Brothwell, 1971; Stahl, 2003).

Ainda no México, cães eram criados para consumo (Wing & Brown, 1979); no entanto, o processo de domesticação do cão não se deu nesse continente. A chegada do cão, já domesticado, se deu em companhia de grupos humanos pré-históricos ao entrarem no continente há cerca de 14.000 anos (Savolainen *et al*., 2002).

Para a maioria dos grupos nativos das terras baixas da América do Sul, a domesticação de animais para fins alimentares não foi adotada, como, por exemplo, no Brasil, onde os diversos grupos indígenas mantinham animais selvagens para companhia ou, como nos caso das aves, para retirada de penas (Prous, 1992). Embora não haja a abundância de espécies de herbívoros de grande porte e grupais verificada na Eurásia, na América do Norte e na África, algumas delas, como queixadas (*Tayassu pecari*), caititus (*Pecari tajacu*) e antas (*Tapirus anta*), poderiam ter sido domesticadas. Porém, como as áreas de uso dessas espécies são relativamente pequenas e não se trata de espécies migratórias (Tiepolo & Tomas, 2006; Michalski & Peres, 2007), há permanente disponibilidade de alimento, além da farta oferta de pescado em muitas regiões (Melatti, 1993).

Ao contrário do que acontece no Velho Mundo, no Novo Mundo existem disponíveis para estudo amostras de coprólitos de populações de hábitos tanto caçadores-coletores como agricultores, o que possibilita ampliar o conhecimento a respeito das consequências que a incorporação da domesticação de animais e especialmente de plantas como fonte de obtenção alimento pode ter trazido às populações pré-históricas, ainda que em cenário e situações diferentes.

No Brasil, só há registros de helmintos de animais em coprólitos humanos. O primeiro foi feito por Araújo, Confalonieri e Ferreira (1984), ao encontrarem ovos de *Trichostrongylus* sp. associados a ovos de *Trichuris trichiura* em corpo mumificado do período colonial. Gonçalves, Araújo e Ferreira (2003) encontraram ovos de Acanthocephala em material datado de 4.905-1.325 AP, em Minas Gerais. Outro achado de parasito de animais em amostras de coprólito retiradas de um corpo de adulto, naturalmente mumificado no estado de Minas Gerais, datado de 600–1.200 AP, permitiu a identificação correta de ovos de *Echinostoma* sp e certeza de sua ocorrência em humanos (Sianto *et al*., 2005).

A presença desse parasito pode causar equinostomíase, zoonose endêmica na região asiática e pode produzir sintomas debilitantes em indivíduos infectados (Graczyk & Fried, 1998; Fry, 1970). Os seres humanos podem se infectar pela ingestão de carne crua de moluscos, peixes ou anfíbios, seus hospedeiros intermediários (Roberts & Janovy, 2009). Esse é o primeiro registro de *Echinostoma* sp. em humanos no Brasil, e seu encontro enriqueceu os dados a respeito da circulação de outros parasitos causadores de zoonoses em populações antigas.

Echinostoma sp., *Paragonimus* sp., *Diphyllobothrium* sp., *Diphyllobothrium pacificum*, *Capillaria* spp., *Trichostrongylus* sp. e espécies de Acanthocephala são helmintos agentes de zoonoses encontrados nas populações da América do Sul considerando-se os achados com datação até próximo ao contato com os europeus.

McMichael (2004) argumenta que as transições vividas por nossos antepassados, ainda na pré-história, como a descida das árvores para as savanas, a incorporação de carne à dieta e, mais recentemente, desde o surgimento da espécie *Homo sapiens*, o desenvolvimento da agricultura e a conquista de novos territórios e civilizações, favoreceram

a emergência e exposição a agentes infecciosos de origem animal. Armelagos, Brown e Turner (2005), ao analisarem as transições epidemiológicas vividas pela humanidade, concluem que neste momento está ocorrendo uma nova transição, em que infecções parasitárias comuns há 10.000 anos, época da primeira transição (desenvolvimento das técnicas de cultivo de plantas e domesticação de animais), estão reemergindo, com chance de causar grandes impactos econômicos. Essa reemergência pode ser explicada pela expansão da fronteira agrícola sobre áreas naturais e pela resistência de parasitos aos tratamentos convencionais.

Os achados paleoparasitológicos são importantes indícios para se conhecer o avanço adaptativo humano desde a pré-história, além de revelarem hábitos alimentares de populações extintas e a domesticação de animais. Os dados mostram que zoonoses hoje conhecidas ocorrem desde os tempos pré-históricos da humanidade. Saber que parasitos circulavam no passado e sua distribuição geográfica ajuda a entender se uma zoonose é emergente ou reemergente (Mas-Coma, Bargues & Valero, 2005). Assim, o fato *de Dipyllidium caninum*, *Capillaria* sp. e outros parasitos não terem sido encontrados em material arqueológico humano na América do Sul não significa que não existissem ou que aquelas infecções não ocorressem.

Recentemente, identificou-se o gênero *Spirometra* (Cestoda) em coprólitos de felinos no Parque Nacional Serra da Capivara, estado do Piauí, Brasil (Sianto, 2009). *Spirometra* sp. é o agente causador da esparganose em humanos, e não se pode ignorar a possibilidade de que esse e outros parasitos estivessem circulando na população humana pré-histórica.

Poucos autores realizam estudos com material arqueológico de origem animal. Isso pode representar uma perda de informação, uma vez que a presença do parasito na fauna do local, associada a fatores ambientais e socioculturais, como alimentação e tipo de habitação, pode indicar as vias de transmissão dos parasitos para as populações humanas.

Conforme técnicas de diagnóstico mais sensíveis se tornam disponíveis, um maior número de infecções parasitárias do passado vai sendo detectado, e novos achados paleoparasitológicos são registrados em todo o mundo. Estudos adicionais sobre infecções zoonóticas do passado ampliarão o conhecimento sobre aspectos biológicos e sociológicos do processo saúde-doença e da coevolução entre parasitos e hospedeiros animais e humanos. Além disso, identificar as zoonoses que acometiam povos ancestrais, entendendo seus mecanismos de transmissão e os fatores que afetam essa dinâmica, sejam eles biogeográficos, ecológicos, culturais, históricos ou sociais, pode ajudar a traçar modelos de previsibilidade que ajudem a controlar as doenças parasitárias logo após seu surgimento, ou preveni-las antes mesmo que se tornem problemas de saúde pública.

Fatores geográficos, bióticos e abióticos do ambiente (biocenose) em que as populações pré-históricas viviam, e suas características culturais, podem traçar modelos de previsibilidade e de transmissão da fauna parasitária entre esses grupos, como feito por Martinson e colaboradores (2003) e Reinhard (2008), que se baseiam em modelos formulados conforme a teoria de focos naturais (Pavlovsky, s.d.; Silva, 1997). Esses estudos são especialmente aplicáveis a zoonoses, quando a biocenose em determinados ecossistemas naturais estiver bem definida (Silva, 1997). A seguir, apresentam-se alguns exemplos de achados de helmintos parasitos de animais em coprólitos humanos, discutindo-se seu significado.

PATAGÔNIA AUSTRAL

Na Argentina, grande parte da Patagônia meridional – que inclui as províncias de Santa Cruz e Terra do Fogo – está dominada por um ambiente de estepe, ao passo que perto da cordilheira uma zona de ecótone antecede o bosque. O rigor do clima em grande parte do ano fez com que os refúgios rochosos se tornassem os sítios arqueológicos predominantes. A maioria das amostras examinada até o momento procede de abrigos, paredões rochosos e grutas.

Os resultados paleoparasitológicos na Patagônia, obtidos de estudos em coprólitos humanos e de outras espécies de animais, assim como de exames de sedimentos em áreas de ocupação arqueológica, mostraram alta diversidade de espécies de parasitos, com predominância de ovos de capilarídeos (Quadro 2). Em coprólitos e sedimentos procedentes de grutas e abrigos, registraram-se 15 gêneros de nematoides, como tricostrongilídeos, *Calodium* sp.[2] (Figura 8), *Eucoleus* sp., *Toxocara* sp., *Physaloptera* sp., *Uncinaria* sp. e possivelmente *Oesophagostomum* sp. Também encontraram-se ovos de *Hymenolepis* sp. e de *Monoecocestus* sp., além de ovos similares aos do gênero *Taenia*. Entre os protozoários, registraram-se oocistos de coccídios, dentre eles *Eimeria* sp. (Figura 9), cujos oocistos foram encontrados em maior número de amostras (Aschero 1981; Civalero & Aschero, 2003).

Figura 8 – Ovo de *Calodium* (*Capillaria*) sp. em coprólito animal, Patagônia, Argentina

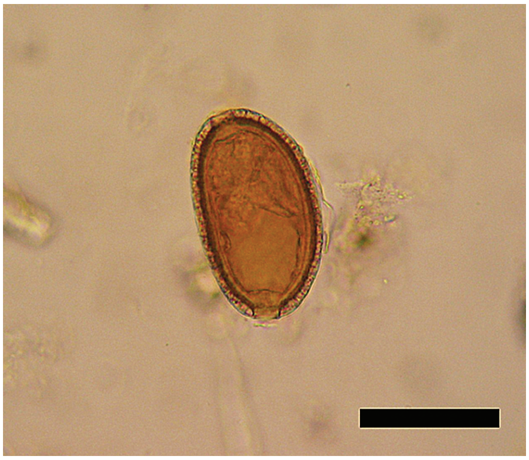


Foto Martín Fugassa.

Figura 9 – Oocisto, *Eimeria* sp., coprólito animal, Patagônia, Argentina



Foto MX Senatore.

[2] Moravec (1982) propôs nova classificação para a família Capillariidae, mudando o gênero *Capillaria* para *Calodium*.

Esses registros sugerem ocupação não somente por humanos, mas também por outras espécies, tais como canídeos, camelídeos, felinos e aves de rapina, dependentes também de condições climáticas regionais. Coprólitos desses animais foram encontrados em camadas arqueológicas com maiores indícios de ocupação antrópica.

Embora a região abarque cerca de 800.000 km^2 de superfície, com baixa densidade aparente de seres humanos durante o Holoceno, a concentração e reutilização de grutas e abrigos por parte de humanos e outros animais podem significar intercâmbios de espécies parasitárias. Na Patagônia meridional, as características demográficas conhecidas até o momento, assim como os hábitos bioculturais desses grupos, sugerem que o parasitismo zoonótico pode ter tido um papel predominante na epidemiologia de então.

Como se mencionou antes, entre os registros paleoparasitológicos de sedimentos e coprólitos atribuídos a humanos na Patagônia, encontraram-se ovos de *Trichuris* sp. com dimensões distintas daquelas de *Trichuris trichiura*. Como explicação alternativa, outras espécies que parasitam roedores podem ter se tornado zoonóticas em grupos humanos antigos na região.

Quadro 2 – Parasitos de origem animal encontrados em amostras procedentes da Patagônia, América do Sul

Amostra	**Sítio arqueológico**	**Origem zoológica do hospedeiro**	**Datação (anos antes do presente – AP)**	**Parasitos encontrados**
Contato europeu				
NJ-1	Nombre de Jesús, Cabo Vírgenes, Santa Cruz	Humano	475±45	*Ascaris lumbricoides*
NJ-2				*Trichuris* sp., *Eimeria macusaniensis*
NJ-3				*Trichuris* sp.
NJ-4				*Trichuris trichiura*, *Diphyllobothrium* sp.
M-84	Cerro Norte XI, Pali Aike, Santa Cruz		Século XIX	*Trichuris* sp., *Eucoleus* sp., *Calodium* sp., outros capiláridos, *Taenia* sp.
M-75 e M-76	Alero Mazquiarán, Río Mayo, Chubut	Roedor	212±35	*Taenia* sp., *Monoecocestus* sp.,* *Pterygodermatites* sp.,* *Trichosomoides* sp.*
		Humano		*Trichuris* sp., *Monoecocestus* sp.*
M-85	Cerro Norte III, Pali Aike, Santa Cruz	Ovino	Histórico	*Toxocara* sp., *Strongyloides* sp., *Haemonchus* sp., *Trichostrongylus* sp., *Eimeria ovina*, *Mesocestoides* sp.
CF	Caleta Falsa, Península Mitre, Tierra del Fuego	Humano	850	Capilarídeos, anoplocefalídeo?
LM	Las Mandíbulas, norte de Tierra del Fuego		Histórico	*Calodium* sp.

Quadro 2 – Parasitos de origem animal encontrados em amostras procedentes da Patagônia, América do Sul (continuação)

Amostra	Sítio arqueológico	Origem zoológica do hospedeiro	Datação (anos antes do presente – AP)	Parasitos encontrados
Holoceno Tardio e Médio				
M-1	Orejas de Burro I, Pali Aike, Santa Cruz	Humano	3565±45	Capilarídeos, *Trichuris* sp., larva de nematoide não identificado
M-2*		Roedor		*E. macusaniensis*
M-2		Humano		Capilarídeos, *E. macusaniensis*, *T. trichiura*, ascarídeo?
M-3		Descarte	3490±50	Capilarídeos, *Trichuris* sp., *E. macusaniensis*
M-6	La Arcillosa II, norte de Tierra del Fuego	Descarte	5205±58	*Diphyllobothrium* sp., *Eimeria* sp.
M-8	CCP5, Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz	Canídeo	6540±110	*Eucoleus* sp., *Calodium* sp., outros capilarídeos, *Trichuris* sp., *Uncinaria* sp., *Physaloptera* sp., *Moniezia* sp., *Ascaris lumbricoides*
M-24		Humano?		*Calodium* sp., *Nematodirus* sp., ancilostmídeo
M-40		Felino		*Calodium* sp.
M-43				*Calodium* sp., anoplocefalídeo, *Trichuris serrata*, *Oesophagostomum* sp.
M-41		Ave de rapina		*Calodium* sp., *Demodex* sp.
M-44		Humano		*E. macusaniensis*, *Calodium* sp., outros capilarídeos, *Nematodirus* sp.
M-46		Felino		*Calodium* sp., *Nematodirus* sp., *E. macusaniensis*, ancilostomídeo
M-47		Humano		*Calodium* sp., outros capilarídeos, *Habronema* sp., *E. macusaniensis*, *E. ivitaensis*
M-50				Acantocéfalo, *Calodium* sp., coccídio
M-21	CCP7, Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz	Humano	6150±05	*Trichuris* sp., *Calodium* sp., sp., *Eucoleus* sp., outros capilarídeos, *Enterobius vermicularis*

Quadro 2 – Parasitos de origem animal encontrados em amostras procedentes da Patagônia, América do Sul (continuação)

Amostra	Sítio arqueológico	Origem zoológica do hospedeiro	Datação (anos antes do presente – AP)	Parasitos encontrados
Holoceno Antigo				
M-22	CCP7, Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz	Humano	7880±150	*Trichuris* sp., *Hymenolepis nana*, *Eimeria macusaniensis*, *Calodium* sp., *Nematodirus* sp., *Physaloptera* sp., trematódeos
M-11		Camelídeo	7920±130	*Eimeria macusaniensis*, *Nematodirus* sp., *Calodium* sp.
M-9			8300±115	*Trichuris tenuis*, *Eucoleus* sp., outros capilarídeos, *Nematodirus* sp.
Transição Pleistoceno-Holoceno				
M-39	CCP7, Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz	Humano	9730±100	*Trichuris* sp., *Calodium* sp., *Nematodirus* sp., *Eimeria macusaniensis*
M-37			8920±200	*Ancylostoma* sp., *Calodium* sp., anoplocefalídeo
M-30				*Calodium* sp., *Nematodirus* sp.
M-34				*Eimeria* sp., *Calodium* sp., *Hymenolepis nana*
M-33			9640±190	*Toxocara* sp., *Dipylidium* sp.
M-16		Camelídeo	9640±190 – 9100±150	*Eimeria* sp., *Nematodirus* sp., *Calodium* sp.
M-23		Canídeo	10530±60	*Calodium* sp., outros capilarídeos, *Moniezia* sp.?, *Nematodirus* sp.
M-36		Humano	10530±620	*Strongyloides* sp.
M-15		*Mylodon* sp.	10530±628	*Oxyuris equi*, cestoide

* Extraído de Sardella & Fugassa (2009).

Geralmente, os efeitos epidemiológicos do contato europeu relacionam-se com epidemias de microparasitos (varíola, sarampo, tuberculose e gripe, entre outras). Estudos osteológicos e etnográficos mostraram a importância de deficiências nutricionais nos aborígines confinados em missões da América do Norte (Dobyns, 1993). A conjunção de diversos fatores, tal como o aumento do número de animais domésticos, especialmente cães, falta de higiene, incremento de deficiências nutricionais e sedentarismo, conforma um cenário patoecológico ideal para o aumento de ocorrência de enteroparasitoses e o surgimento de poliparasitoses. Esses cenários não somente devem ser considerados na reconstrução paleoepidemiológica dessas infecções, como foram substrato no qual outras doenças infecciosas podem ter encontrado nicho oportuno durante o período de contato.

Encontraram-se também ovos de nematoides parasitos de herbívoros, como *Lamanema* sp. ou *Nematodirus* sp. As larvas desses dois parasitos desenvolvem-se dentro dos ovos, o que lhes confere resistência a períodos secos, permitindo sobrevivência das larvas nos pastos por até dois anos (Leguía, 1999). Tais características podem explicar por que na região patagônica quase que unicamente se registra esse gênero de nematoide de herbívoros em numerosos coprólitos.

Navone e Merino (1989) lembram que há outros gêneros de nematoides, cujos ovos são delicados e entram em hipobiose durante o inverno no tubo intestinal de guanacos, para sincronizar a postura dos ovos em condições climáticas favoráveis. Portanto, tais parasitos estariam sub-representados nas amostras examinadas da região em virtude de ações tafonômicas. Ainda que em menor número, os ovos desses ascarídeos foram encontrados em coprólitos de canídeos, felinos e humanos, o que indica o consumo de camelídeos por estas espécies de carnívoros.

Para os grupos humanos, esse registro, assim como o de *Eimeria* sp., associa-se à ingestão de vísceras. Não se deve descartar a posssibilidade de infecções humanas, já que existem alguns casos notificados no presente (Taylor, Lathan & Woolhouse, 2001).

Em relação à presença de tricostrongilídeos, descrevem-se quadros de enterites que podem chegar a problemas hemorrágicos e lesões hepáticas por migração larvária (Leguía, 1999). Ainda que não tenham sido descritos casos de infecções por *Lamanema* sp. em humanos, há casos de parasitismo por *Nematodirus* sp. (Rea *et al*., 2003). Em humanos, a infecção por outros nematoides de herbívoros resultam assintomáticas e, em raras ocasiões, provocam diarreias, hemorragia e anemia secundária (Atías, 1998). Esse autor refere, para os nematoides do gênero *Oesophagostomum* sp., a formação de helmintomas, ou nódulos tumorais no intestino.

A presença de *Uncinaria* sp. e a provável presença de *Toxocara* sp. indicam a exposição a parasitos que podem provocar infecções atípicas, já que os humanos não são hospedeiros usuais. As larvas de *Uncinaria* sp. penetram na pele, causando uma infecção conhecida como *larva migrans* cutânea. Já a ingestão acidental de ovos larvados de *Toxocara* sp. pode produzir larvas que se alojam em diversos órgãos, denominando-se o quadro de *larva migrans* visceral. Atualmente, os parasitos do gênero *Toxocara* provocam centenas de casos de cegueira unilateral em crianças nos Estados Unidos, por sua localização no globo ocular (Robertson & Thompson, 2002).

Recentemente, registraram-se casos humanos de infecção intestinal por *Ancylostoma caninum*, outro ancilostomídeo de canídeos, o que traz perspectivas de infecções por este parasito em grutas habitadas alternadamente por cachorros do mato e humanos. Em tempos históricos, a tardia introdução de cães entre os aborígines da Patagônia teria exposto os humanos a essa zoonose, com prevalência maior do que a normal.

Ovos e larvas identificados como de ancilostomídeos em amostras humanas, no período de transição do Pleistoceno ao Holoceno, e outros possíveis registros resultam importantes por diversos motivos: i) trazem dados para a discussão de sua introdução nas Américas; ii) a patologia associada a esses helmintos produz quadros de anemia e perda de proteínas (Atías, 1998), o que pode ser correlacionado à presença de hiperostose em exames paleopatológicos, e iii) permitem inferir condições ambientes da região durante o período ao qual pertence o registro. No caso, o registro corresponde ao crescimento do bosque em virtude do aumento dos níveis de umidade.

Como se mencionou antes, entre os registros paleoparasitológicos de sedimentos e coprólitos atribuídos a humanos na Patagônia, encontraram-se ovos de *Trichuris* sp. com dimensões distintas de *Trichuris trichiura*. Como explicação alternativa, outras espécies que parasitam roedores podem ter se tornado zoonóticas em grupos humanos antigos na região.

Os registros paleoparasitológicos de capilarídeos para as Américas são escassos. No Brasil, na lapa da Angélica IV (Goiás), encontraram-se em coprólitos de animais silvestres (Confalonieri, 1988). Contrariamente, na Patagônia,

a maioria das amostras de sedimentos livres e coprólitos examinados foi positiva para ovos de capilarídeos, com morfologia compatível com *Calodium hepaticum* (*Capillaria hepatica*). Embora seja um parasito amplamente distribuído em roedores – com prevalência de 60% em ratazanas das grandes cidades –, os exames em 44% de crianças residentes em locais de baixos recursos em Salvador, Bahia, Brasil, foram positivos ao diagnóstico de fluorescência para *Calodium hepaticum* (Assis *et al*., 2004).

Ainda que a bibliografia médica mostre essas parasitoses como acidentais ou esporádicas, tais situações dependem tanto de condições ecológicas como de condições socioeconômicas locais. Embora se recomende discriminar a morfologia dos ovos alojados nas vulvas das fêmeas desses nematoides, por conta de diferenças entre ovos imaturos e ovos totalmente desenvolvidos (Moravec, 2001), os achados referidos correspondem a ovos eliminados e, portanto, maduros em sua maioria. A variabilidade morfológica dos ovos observada em sedimentos e coprólitos se deveria à presença de mais de uma espécie de capilarídeos, ainda que pudesse significar parasitismo verdadeiro ou simplesmente ovos de parasitos em trânsito.

As infecções por capilarídeos correspondem, em sua maioria, ao consumo acidental de ovos em precárias condições de higiene e em contato com matéria fecal. Porém, podem corresponder ao consumo de presas infectadas por hábitos alimentares de caçadores-coletores, ainda que com menor significância, já que os ovos necessitam de um período prévio de maturação dos ovos antes de se tornarem infectantes para novo hospedeiro, exceto no caso de *Calodium hepaticum*. Alternativamente, algumas espécies de capilarídeos, como as que parasitam aves, têm por hospedeiro intermediário as minhocas (Moravec, 2001) que, aparentemente, os grupos humanos da Patagônia poderiam ter consumido, o que provocaria a infecção.

É importante destacar a utilidade de estudos morfométricos detalhados que possam redundar em análises estatísticas. Um diagnóstico mais preciso permitirá uma interpretação melhor da evidência. Provavelmente, a combinação de estudos morfométricos com microscopia óptica e eletrônica, análise estatística e amostras comparativas atuais possibilitará avançar em relação ao diagnóstico desse gênero.

Como hipótese explicativa para ampla distribuição ecológica dos parasitos desse gênero, pode-se sugerir que o êxito deveu-se a espécies de ciclo direto, tendo como reservatório as numerosas espécies de roedores que habitam a região. Os achados em humanos seriam uma combinação de infecções patentes e ingestão de roedores. As características biológicas dos capilarídeos mostram sua resistência, mesmo quando expostos a diferentes condições ambientes. Como já se assinalou, esses ovos foram registrados em uma ampla gama de contextos, incluindo-se a resistência após aplicação de técnicas palinológicas, com uso de ácidos (Burry, com. pess.).

As infecções intestinais por *Pseudocapillaria philipinensis* podem causar diarreias graves e síndrome de má absorção intestinal, tendo, como consequência ocasional, desidratação e morte (Atías, 1998). O parasitismo do sistema respiratório por *Eucoleus aerophilla* ou do fígado por *Calodium hepaticum* pode resultar em graves patologias humanas (Benenson, 1992; Miyazaki, 1991).

Em relação aos cestoides, os registros paleoparasitológicos mais numerosos na Patagônia foram de Anoplocephalidae. Os anoplocefalídeos parasitam répteis, aves e mamíferos, sendo mais numerosos nesse grupo (Denegri *et al*., 1998). São parasitos heteroxenos que requerem ácaros oribatídeos como hospedeiros intermediários. Esses ácaros são componentes importantes da fauna edáfila, e suas populações apresentam variações diárias e sazonais (Denegri, 2001). Em humanos assinalou-se a presença de infecção por *Bertiella* sp. (Denegri, 2001). Registrou-se a infecção por *Anoplocephala* sp. em gorilas (Rothman & Bowman, 2003) e, em Cuba e na África, a infecção por *Inermicapsifer madagascariensis* (Frean & Dini, 2004; Soulsby, 1987). Taylor, Latham e Woolhouse (2001) incluem *Moniezia expansa* como espécie zoonótica.

Dados atuais de anoplocefalídeos na fauna patagônica mencionam *Moniezia expansa* em *Lama guanicoe* na província de Chubut, Argentina (Beldomenico *et al*., 2003; Robles, com. pess.), *Moniezia* sp. e *Thysanosoma actinoides* em ovinos (Robles & Olaechea, 2001), *Moniezia* sp. em guanacos da Terra do Fogo (Navone & Merino, 1989) e *Cittotaenia quadrata* em viscacha da serra (*Lagidium viscacia*), roedor da região sul da América do Sul (Denegri *et al*., 2003).

Os registros de anoplocefalídeos em hospedeiros silvestres de outras regiões da Argentina incluem espécies que acidentalmente ingerem ácaros oribatídeos. Por exemplo, Martinez e colaboradores (1999) indicam que, entre as cestodíases que afetam edentados, as provocadas por anoplocefalídeos são relevantes e causadas por espécies dos gêneros *Anoplocephala*, *Paranoplocephala*, *Moniezia*, *Cittotaenia*, *Bertiella*, *Oochoristica, Mathevotaenia* e *Monoecocestus*. Navone (1990) notificou a presença de *Mathevotaenia surinamensis* em *Dasypus novemcinctus*, *Mathevotaenia matacus* em *Tolypeutes matacus* e *Mathevotaenia diminuta* em *Chaetophractus vellerosus*, e Navone e Suriano (1992) informaram a presença do gênero *Mathevotaenia* em *Didelphys albiventris*. Sutton (1973) descreveu *Monoecocestus myopotami* em *Myocastor coypus* e Boero, Klusas e Boehringer (1967) assinalaram *Monoecocestus hidrochoeri* em *Hydrochoerus hydrocoeris*.

Os achados paleoparasitológicos oferecem provas empíricas para as discussões relativas à evolução. Por exemplo, Beldomenico e colaboradores (2003) assinalam que a presença de *M. expansa* em populações patagônicas de *Lama guanicoe* poderia dever-se à interação com ovinos. Se os ovos encontrados em coprólitos da Patagônia (Fugassa *et al*., 2006) pertencem a uma espécie do gênero *Moniezia*, então a hipótese de Beldomenico e colaboradores (2003) seria menos consistente e poderia ser refutada por estudos paleoparasitológicos de coprólitos de camelídeos patagônicos.

Tenora (1976) defende que a distribuição cosmopolita de *Moniezia* dever-se-ia à domesticação de animais. Os resultados obtidos poderiam refutar essa hipótese e permitiriam dizer que os anoplocefalídeos estariam presentes na América muito antes da colonização europeia. O achado de anoplocefalídeos em fauna silvestre de 6.000 anos introduz a possibilidade de que também o gênero *Moniezia* estivesse presente na América pré-colombiana.

Os cestoides identificados em diversos contextos arqueológicos e paleontológicos pertencem aos gêneros *Taenia*, *Hymenolepis* e *Diphyllobothrium*, e estão revistos em Gonçalves, Araújo e Ferreira (2003). Bathurst (2005) comunicou o achado de *Diphyllobothrium* sp. e de ovos atribuíveis à família Taenidae em um sambaqui do Canadá. Para a família Anoplocephalidae, Hidalgo Arguello e colaboradores (2003) registraram a presença de um único ovo de *Anoplocephala perfoliata* em tumbas medievais na Espanha, ainda que com dimensões pouco representativas e com uma imagem pouco clara sobre a presença de ganchos e aparelho piriforme. Em coprólitos de roedor encontrados na cavidade pélvica de um esqueleto humano, econtraram-se numerosos ovos atribuídos inicialmente a *Moniezia* sp. (Fugassa, 2006b). O diagnóstico foi revisto (Sardella & Fugassa, 2009), concluindo-se que se trata de *Monoecoestus* sp.

Finalmente, a observação de prováveis ovos de cestoides tenídeos em Cerro Norte XI, Patagônia, Argentina, associa-se ao contato europeu e provavelmente indica consumo de ovelhas, já que os ovos são compatíveis em dimensão e forma com os ovos de *Trichuris ovis* (Soulsby, 1987).

A presença de anoplocefalídeos em diversas amostras arqueológicas da Patagônia sugere que a baixa representatividade de outros cestoides, tais como tênias, não pode ser atribuída a problemas de conservação. Devem-se buscar outras explicações, relacionadas a questões epidemiológicas e à metodologia do diagnóstico.

Quanto à patologia por cestoides em anoplocefalídeos, por exemplo em edentados, as anoplocefalidíases com altas cargas parasitárias podem provocar enterites com diarreia (Martinez *et al*., 1999). A infecção por *Bertiella* (anoplocefalídeo) em humanos é, em geral, assintomática, mas registraram-se casos com diarreia intermitente, gastroenterite, perda de apetite e de peso, fadiga generalizada e dor abdominal (Denegri & Perez-Serrano, 1997).

Consequentemente, não se espera que as anoplocefalidíases deixem resquícios em ossos antigos para estudos de paleopatologia óssea, ainda que possam provocar debilidade e predisposição a enfermidades diversas.

As infecções por *Hymenolepis* podem estar associadas a enterites (Atías, 1998) e outros sintomas leves, como dores abdominais e perda de peso (Benenson, 1992). Os sintomas associados a tênias são variáveis e pouco intensos (Atías, 1998), entre os quais estão o aumento de apetite, dor abdominal, cefaleia e náuseas. Os cestoides do gênero *Diphyllobothrium* podem provocar sintomas gerias similares aos provocados por tênias e, ocasionalmente, provocam anemia (Atías, 1998), o que pode deixar marcas osteológicas, como a hiperostose porótica (Aufderheide & Rodríguez-Martín, 1998).

Muitos dos parasitos encontrados em coprólitos podem ser transmitidos ao ser humano por diversas vias, principalmente pelo consumo de água e ingestão acidental de alimentos contaminados ou animais invertebrados, por hábitos alimentares sem cuidados higiênicos.

Atualmente, as crianças são mais suscetíveis a adquirir zoonoses (Robertson & Thompson, 2002); em grupos humanos antigos o contato com elementos contaminados poderia se estender a todas as faixas etárias, tal como se descreve em relatos etnográficos na Patagônia.

A predição sobre a exposição a zoonoses obviamente deve ter em conta as espécies animais que ocuparam os sítios. A representação deixada nos ossos serve como indicador de zoonoses, por manipulação e consumo de presas, mas não de zoonoses por convivência com espécies, já que os restos zooarqueológicos podem ser provenientes de consumo de presas somente, ao passo que a presença de coprólitos de animais é um indicador mais consistente da presença de animais no mesmo sítio ocupado por humanos. As grutas do Parque Nacional Perito Moreno (Santa Cruz, Argentina) foram ocupadas por humanos, canídeos grandes, felinos como onças-pardas, camelídeos, roedores, mustelídeos e grandes aves de rapina, como mostra a análise de coprólitos e pelotas de regurgitação das aves. Os estudos paleoparasitológicos sobre sedimentos provenientes da fauna associada aos sítios com ocupação humana trouxeram indícios sobre parasitoses prevalentes nos animais a que os humanos também estariam expostos.

A maioria dos sítios mais antigos da Patagônia associa-se com abrigos e grutas (Civalero & Franco, 2003), ocupados há mais de 10.000 anos (Borrero, 2001), mas também, alternadamente, por outros animais. Ainda que o sítio não tenha sido usado simultaneamente por homens e canídeos, a contaminação poderia manter parasitos em condições ambientes específicas, mesmo por meses ou anos. Os ovos de *Toxocara cati* e *T. canis* podem permanecer durante meses no ambiente (Robertson & Thompson, 2002) e, embora não existam registros de domesticação na Patagônia, a ocupação alternada de humanos e carnívoros poderia causar exposição à toxocaríase.

Da mesma forma, a uncinaríase, descrita em carnívoros, encontrada em M-8, coprólito de canídeo de CCP5 (Parque Nacional Perito Moreno, Santa Cruz, Argentina), pode provocar lesões na pele, e, mais raramente, *Ancylostoma caninum* pode infectar o intestino de humanos. Entre as numerosas zoonoses provocadas por nematoides, informaram-se casos atuais de humanos infectados por *Trichuris vulpis*, parasitos de canídeos (Dunn *et al.*, 2002). Os autores chamam a atenção para o fato de que casos similares podem ser subestimados por laboratórios que não usam parâmetros de medidas de ovos nos diagnóstico. A paleoparasitologia chama a atenção, portanto, para novas possibilidades no quadro de infecções parasitárias atuais, evidenciadas por infecções de parasitos de animais.

Ainda que, segundo os modelos propostos, os bandos de caçadores-coletores fossem parasitados por espécies transmitidas por fecalismo, embora inferiores aos grupos sedentários (Dillehay, 1991), os abrigos rochosos mostraram cenários distintos. Embora se tenham evidenciado poucos registros de parasitos por fecalismo típicos de humanos (*Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, etc.) identificaram-se casos de enteroparasitos transmitidos por fecalismo menos usuais: *Calodium* sp., ascarídidos, *Physaloptera* sp. etc.

A hipótese sobre o papel de grutas e abrigos da Patagônia como centros de concentração para numerosas espécies de enteroparasitos e, potencialmente, para sua dispersão, deveria estender-se não somente a helmintos como também a infecções por protozoários, vírus e bactérias. Um exemplo a ser estudado seria a passagem de enzootia a zoonose na doença de Chagas (Ferreira *et al.*, 2000).

A presença de numerosos coprólitos de camelídeos em todas as camadas dos sítios arqueológicos estudados sugere que poderiam ter servido de reservatórios para diversas parasitoses, inclusive as causadas por bactérias. Os camelídeos são reservatórios de *Trypanosoma cruzi* (Alcaíno & Gorza, 1999; Teixeira, Nascimento & Sturn, 2006) e, caso a distribuição de vetores tenha permitido, as grutas poderiam ter servido de centros de dispersão de doença de Chagas. O armazenamento de alimentos, a existência de latrinas, o consumo de carne mal cozida e a permanência por longos períodos nas grutas resultariam em cenários patoecológicos ideais para a disseminação da infecção chagásica (Reinhard, 2005).

Aos modelos paleoepidemiológicos sedentário/nômade, caçador/agricultor, terrestre/marítimo, pré/pós-contato, deve-se agregar experimentalmente o rochoso/não rochoso, relacionado ao hábito de ocupar abrigos rochosos e grutas. Por exemplo, na Patagônia, dentro do não rochoso, incluem-se os grupos nômades históricos como Yámanas e Selk'nam, que viviam em abrigos e tendas. Assim, do ponto de vista trófico, a ocupação do bosque e de ecótonos com bosque implica diferenças na riqueza específica e abundância de recursos, principalmente em relação aos recursos vegetais, numerosos no ecossistema de bosques ocidentais (Rapaport, Ladio & Sanz, 2003). Isso poderia significar exposição a diversos parasitos cujos estágios infectantes encontram-se na vegetação e a outros parasitos ingeridos com hospedeiros intermediários invertebrados existentes também aí, como, por exemplo, ácaros oribatídeos.

O desenvolvimento não simultâneo de modelos paleoepidemiológicos e exames paleoparasitológicos conforma uma estratégia necessária para a reconstrução de possíveis cenários paleoepidemiológicos em diversos momentos do período holocênico na Patagônia.

HELMINTÍASES NA COSTA DO PACÍFICO

Além da infecção por *Trichuris trichiura*, *Enterobius vermicularis* e ancilostomídeos, e dos raros casos de infecção por *Ascaris lumbricoides*, o parasitismo por *Diphyllobothrium pacificum* é marcante, do período pré-colombiano aos dias atuais nessa região (Ferreira, Araújo & Confalonieri, 1984; Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003). Trata-se de uma zoonose, descrita pelo parasitologista suíço Jean Baer, chamado ao Peru para estudar os parasitos encontrados em pessoas com quadro clínico intestinal. Ele identificou nos pacientes a espécie *Diphyllobothrium pacificum*, parasito de leões-marinhos, cujas larvas contaminam peixes e crustáceos de água salgada (Baer, 1969). A presença desse parasito na população é explicada pelo consumo de um prato tradicional das populações da região da costa do Pacífico à base de carne crua de peixe marinho, o cebiche.

Ao conhecer a cerâmica pré-histórica, em que os povos antigos serviam alimentos, Jean Baer aventa a possibilidade de que as populações antigas também teriam tido essa parasitose. Anos mais tarde, com o encontro de ovos do parasito em coprólitos chilenos datados de 4.000 anos, Ferreira, Araújo e Confalonieri (1984) comentam o acerto da suposição de Jean Baer. Outros pesquisadores também confirmaram a presença desse parasito em populações pré-históricas da costa do Pacífico (Callen & Cameron, 1960; Patrucco, Tello & Bonavia, 1983; Reinhard & Barnum, 1991; Reinhard & Urban, 2003).

Em virtude da riqueza e diversidade das culturas humanas que habitaram a região ao longo da costa do Pacífico, os estudos em paleoparasitologia contribuíram muito para a compreensão das relações parasito-hospedeiro humano.

Um exemplo recente é o estudo sobre a influência de fenômenos climáticos na infecção por parasitos (Arriaza *et al*., 2010). Nesse trabalho, os autores reúnem evidências de que a infecção por *Diphyllobothrium pacificum* e *Anisakis* sp. provavelmente teve prevalências variadas nas populações pré-históricas de acordo com as flutuações climáticas decorrentes do fenômeno El Niño.

A conclusão a que se pode chegar em relação aos helmintos intestinais que infectavam populações pré-históricas na América do Sul é que tanto parasitos introduzidos por migrações humanas desde o período de povoamento do continente quanto outras, adquiridas de animais com que conviveram e ainda convivem seus descendentes, têm testemunho no registro arqueológico. Entre esses helmintos estão espécies que infectam animais, mas que podem se transmitir a humanos e parasitá-los.

Um aspecto interessante do estudo de casos como esses na atualidade se verifica, eventualmente, quando se examinam grupos humanos que mantêm hábitos ancestrais, como grupos indígenas em certas regiões do Brasil. Por exemplo, casos de falso parasitismo por *Capillaria hepatica* (*Calodium hepaticum*) foram descritos em algumas ocasiões, ao se examinarem fezes de pessoas que ingeriram vísceras de animais e, por algum tempo, eliminaram ovos desses helmintos (Coimbra & Mello, 1981; Carvalho-Costa *et al*., 2009). São exemplos em que estudos sobre etnicidade e saúde, tanto em populações atuais como em populações pré-históricas, mostram situações próximas e podem exemplificar mudanças ou permanências do perfil nosológico ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ALCAÍNO, H. & GORZA, T. Parasitos de los animales domésticos en Chile. *Parasitología al Día*, 23: 1-18, 1999.

ALLISON, M. J. *et al*. A case of hookworm infestation in a Pre-Columbian American. *American Journal of Physical Anthropology*, 41(1):103-106, 1974.

ALVES, J. R. *et al*. Parasitoses intestinais em região semiárida do Nordeste do Brasil: resultados preliminares distintos das prevalências esperadas. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(2): 667-770, 2003.

ARAÚJO, A. *Paleoepidemiologia da Ancilostomose*, 1987. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

ARAÚJO, A.; CONFALONIERI, U. & FERREIRA, L. F. Encontro de ovos de Trichostrongylidae e *Trichuris trichiura* em corpo mumificado do período colonial brasileiro. *Revista do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde*, 1: 11-16, 1984.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. Oxyurid (Nematoda) egg from coprolites from Brazil. *The Journal of Parasitology*, 68: 511-512, 1982.

ARAÚJO, A. *et al*. The finding of *Enterobius vermicularis* eggs in pre-Columbian human coprolites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 80: 141-143, 1985.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasites, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasites as probes to human migrations? *Trends in Parasitology*, 24: 112-115, 2008.

ARMELAGOS, G. J.; BROWN, P. J. & TURNER, B. Evolutionary, historical and political economic perspectives on health and disease. *Social Science and Medicine*, 61(4): 755-765, 2005.

ARRIAZA, B. *Beyond Death: the Chinchorro mummies of ancient Chile*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995.

ARRIAZA, B. T. *et al*. Possible influence of ENSO Phenomenon on the pathoecology of diphyllobothriasis and anisakiasis in ancient Chinchorro populations. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105(1): 66-72, 2010.

ASCHERO, C. Nuevos datos sobre la arqueología del Cerro Cassa de Piedra, Sítio CCP5. *Relaciones*, 14: 267-284, 1981.

ASSIS, B. *et al*. A contribution to the diagnosis of *Capillaria hepatica* infection by indirect immunofluorescence test. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99: 173-177, 2004.

ATÍAS, A. *Parasitología Médica*. Santiago de Chile: Mediterrâneo, 1998.

AUFDERHEIDE, A. & RODRÍGUEZ-MARTÍN, C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BABERO, B. B. & MURUA, R. The helminth fauna of Chile. X. A new species of whipworm from a Chilean rodent. *Transactions of American Microscopical Society*, 106: 190-193, 1987.

BABERO, B. B. & MURUA, R. A new species of whipworm from South American hystricomorph rodent. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 85: 211-213, 1990.

BABERO, B. B.; CATTAN, P. E. & CABELLO, C. *Trichuris bradleyi* sp. n., a whipworm from *Octodon degus* in Chile. *The Journal of Parasitology*, 61: 1.061-1.063, 1975.

BABERO, B. B.; CATTAN, P. E. & CABELLO, C. A new species of whipworm from the rodent *Akodon longipilis* in Chile. *Transactions of American Microscopical Society*, 95: 232-235, 1976.

BAER, J. G. *Diphyllobothrium pacificum*, a tapeworm from sea lions endemic in along the coastal area of Peru. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 26: 717-723, 1969.

BARÓS, V.; MAJUMDAR, G. & MIKAILOV, T. K. Morphology and taxonomy of *Trichocephalus myocastoris* (Enigk, 1933). *Folia Parasitologica*, 22: 207-213, 1975.

BATHURST, R. R. Archaeological parasites of coastal hunter-gatherers from coastal shell middens. *Journal of Archaeological Science*, 32: 115-123, 2005.

BELDOMENICO, P. M. *et al*. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Veterinary Parasitology*, 118: 71-77, 2003.

BENENSON, A. S. *El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre*. Washington: OPS, 1992.

BOERO, J. J.; KLUSAS, D. E. & BOEHRINGER, I. El parasitismo de nuestra fauna autoctona. *Revista de la Facultad de Veterinaria de La Plata*, 21: 161-172, 1967.

BORRERO, L. A. Human dispersal and climatic conditions during Late Pleistocene times in Fuego-Patagonia. *Quaternary International*, 53-54: 93-99, 1999.

BORRERO, L. A. *El Poblamiento de la Patagonia*. Buenos Aires: Emece, 2001.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & LE BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitological research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-101, 2003.

BROTHWELL, D. & BROTHWELL, P. *A Alimentação na Antiguidade*. Lisboa: Editorial Verbo, 1971.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Scientist*, 8: 35-40, 1960.

CAMILLO-COURA, L. *Contribuição ao Estudo das Geo-helmintíases*, 1970. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CAMILLO-COURA, L. Control of soil-transmitted helminthiasis: co-ordinated control projects. *In*: CROMPTON, D. W. T.; NESHEIM, M. C. & PAWLOWSKI, Z. S. *Ascariasis and its Public Health Significances*. London, Philadelphia: Taylor and Frances, 1985a.

CAMILLO-COURA, L. Latin America. *In*: CROMPTON, D. W. T.; NESHEIM, M. C. & PAWLOWSKI, Z. S. *Ascariasis and its Public Health Significances*. London, Philadelphia: Taylor and Frances, 1985b.

CARVALHO, D. M. Doenças dos escravizados; doenças africanas? *In*: ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA – Usos do Passado, XII, 2006, Niterói. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Nacional de História (Anpuh), 2006. v. 1.

CARVALHO-COSTA, F. A. *et al*. Pseudoparasitism by *Calodium hepaticum* (syn. *Capillaria hepatica*; *Hepaticola hepatica*) in the Negro River, Brazilian Amazon. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(10): 1.071-1.073, 2009.

CASALI, R.; FUGASSA, M. & GUICHÓN, R. Aproximación epidemiológica al proceso de contacto interétnico en el norte de Tierra del Fuego. *Magallania*, 34: 87-101, 2006.

CHAME, M. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 71-94, 2003.

CHANDLER, A. C. Specific characters in the genus *Trichuris*, with a description of a new species, *Trichuris tenuis*, from a camel. *The Journal of Parasitology*, 16: 198-206, 1930.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. Paleopaharmacology and pollen: theory, method, and application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 207-211, 2003.

CIVALERO, M. T. & ASCHERO, C. A. Early occupations at Cerro Casa de Piedra 7, Santa Cruz Province, Patagonia, Argntina. *In*: MIOTTI, L.; SALEMME, M. & FLEGHEIMER, N. (Eds.). *Center for the Study of the First Americans*. College Station: Texas A&M University Press, 2003.

CIVALERO, M. T. & FRANCO, N. V. Early human occupations in Western Santa Cruz Province, Southernmost South America. *Quaternary International*, 109-110: 77-86, 2003.

CLARKE, A. C. *et al*. Proceedings of the SMBE Tri-National Young Investigators' Workshop 2005. Reconstructing the origins and dispersal of the Polynesian bottle gourd (*Lagenaria siceraria*). *Molecular and Biology Evolution*, 23: 893-900, 2006.

COCKBURN, T. A. Infectious diseases in ancient populations. *Current Anthropology*, 12: 45-62, 1971.

COIMBRA JR., C. E. & MELLO, D. A. Enteroparasitoses e *Capilaria* sp. entre os Suruí, Parque Indígena Aripuanã, Rondônia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 76(3): 299-302, 1981.

COIMBRA JR., C. E. A. & SANTOS, R. V. Paleoepidemiologia e epidemiologia de populações indígenas brasileiras: possibilidades de aproximação. *In*: ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. *Paleopatologia e Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Panorama, PEC-Ensp/Fiocruz, 1992.

CONFALONIERI, U. Paleoepidemiologia de *Trichuris trichiura* na América. *In*: FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC-Ensp/Fiocruz, 1988.

DENEGRI, G. M. *Cestodosis de Herbívoros Domésticos de la República Argentina de Inportancia en Medicina Veterinária*. Mar del Plata: Martín, 2001.

DENEGRI, G. M. & PEREZ-SERRANO, J. Bertiellosis in man: a review of cães. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 39: 123-127, 1997.

DENEGRI, G. M. *et al*. Anoplocephalid cestodes of veterinary and medical significance: a review. *Folia Parasitológica*, 45: 1-8, 1998.

DENEGRI, G. M. *et al*. *Viscachataenia* n.g., with the redescription of *V. quadrata* (von Linstow, 1904) n. Comb. (Cestoda: Anoplocephalidae) in *Lagidium viscacia* (Rodentia: Chichiliidae) from Argentina. *Systematic Parasitology*, 54: 81-88, 2003.

DIAMOND, J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 118: 700-707, 2002.

DILLEHAY, T. D. Disease ecology and initial human migration. *In*: DILLEHAY, T. D. & MELTZER, D. J. (Eds.). *The first Americans: search and research*. Boca Raton: CRC Press, 1991.

DILLEHAY, T. D. Profiles in Pleistocene history. *In*: SILVERMAN, H. & ISBELL, W. H. *Handbook of South American Archaeology*. New York: Springer, 2008.

DOBYNS, H. F. Disease transfer at contact. *Annual Review of Anthropology*, 22: 273-291, 1993.

DUNN, J. J. *et al*. *Trichuris vulpis* recovered from a patient with chronic diarrhoea and five dogs. *Journal of Clinical Microbiology*, 40: 2.703-2704, 2002.

EL-NAJJAR, M. Y. *et al*. The etiology and porotic hyperostosis among the prehistoric and historic Anasazi Indians of Southwestern United States. *American Journal of Physical Anthropology*, 44: 477-487, 1976.

FERNANDES, A. *et al*. Intestinal parasite analysis in organic sediments collected from a 16th Century Belgium archaeological site. *Cadernos de Saúde Pública*, 21: 329-332, 2005.

FERREIRA, L. F. & ARAÚJO, A. Parasitos, parasitismo e paleoparasitologia. *In*: COURA, J. R. *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. 2 v. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. Finding of helminth eggs in human coprolites from Unaí, Minas Gerais, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 76: 798-800, 1980.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of helminth eggs in a Brazilian mummy. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 77: 65-67, 1983.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. The finding of *Diphyllobothrium pacificum* in human coprolites (4100–1950 BC) from Northern Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 79: 175-180, 1984.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & CONFALONIERI, U. *Paleoparasitologia no Brasil*. Rio de Janeiro: PEC-Ensp/Fiocruz, 1988.

FERREIRA, L. F. *et al*. Infecção por *Enterobius vermicularis* em populações pré-colombianas do Chile. *Cadernos de Saúde Pública*, 1: 112-113, 1985.

FERREIRA, L. F. *et al*. Encontro de ovos de ancilostomídeos em coprólitos humanos datados de 7.230±80 anos, Piauí, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 59: 280-281, 1987.

FERREIRA, L. F. *et al*. Infecção por *Enterobius vermicularis* em populações agro-pastoris pré-colombianas de San Pedro de Atacama, Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84: 197-199, 1989.

FERREIRA, L. F. *et al*. Paleoparasitology of Chagas disease revealed by infected tissues from Chilean mummies. *Acta Tropica*, 75: 79-84, 2000.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Pré-históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar, 1972.

FREAN, J. & DINI, L. Unusual anoplocephalid tapeworm infections in South Africa. *Annals of the Australian College of Tropical Medicine*, 5: 8-11, 2004.

FREITAS, O. *Doenças Africanas no Brasil*. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1935. (Coleção Brasiliana, 51)

FRY, G. Preliminary analysis of the Hogup Cave coprolites. *In*: AIKENS, C. M. (Ed.). *Hogup Cave*. Salt Lake City: University of Utah Press, 1970. (University of Utah Anthropological Papers, 93)

FUGASSA, M. *Enteroparasitosis en Poblaciones Cazadoras-Recolectoras de Patagonia Austral*, 2006a. Tese de Doutorado, Mar del Plata: Universidade Nacional de Mar del Plata.

FUGASSA, M. Examen paleoparasitológico de sedimentos de un sítio arqueológico, Río Mayo, Chubut, Argentina. *Parasitología Latinoamericana*, 61: 172-175, 2006b.

FUGASSA, M. & GUICHÓN, R. Análisis paleoparasitológico de coprolitos hallados en sitios arqueológicos de Patagonia austral: definiciones y perspectivas. *Magallania*, 33: 13-19, 2005.

FUGASSA, M. H. *et al*. Paleoparasitological records in a canid coprolite from Patagonia, Argentina. *The Journal of Parasitology*, 92: 1.110-1.113, 2006.

GASPAR, M. D. *Sambaqui: a arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

GASPAR, M. D. *et al*. Sambaqui (Shell Mound) societies of coastal Brazil. *In*: SILVERMAN, H. & ISBELL, W. H. *Handbook of South American Archaeology*. New York: Springer, 2008.

GEIST, V. On Pleistocene bighorn sheep: some problems of adaptation, and relevance to today's American megafauna. *Wildlife Society Bulletin*, 13 (3): 351-359, 1985.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 103-118, 2003.

GRACZYK, T. K. & FRIED, B. Echinostomiasis: a common but forgotten food-borne disease. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58(4): 501-504, 1998.

GRAUER, A. L. Patterns of anemia and infection from medieval York, England. *American Journal of Physical Anthropology*, 91: 203-213, 1993.

GUICHÓN, R. A. *et al*. Health at the time of Native-European contact in Southern Patagonia: first steps, results, and prospects. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 97-105, 2006.

GUIDON, N. Parque Nacional Serra da Capivara: sítios rupestres e problemática. *Fumdhamentos*, 5: 77-108, 2007.

HECKENBERGER, M. J.; PETERSEN, J. B. & NEVES, E. G. Village size and permanence in Amazonia: two archaeological examples from Brazil. *Latin American Antiquity*, 10: 353-376, 1999.

HIDALGO ARGUELLO, M. R. *et al*. Parasitological analysis of Leonese royalty from Collegiate-Basilica of St. Isidoro, Leon (Spain): helminths, protozoa, and mites. *The Journal of Parasitology*, 89: 738-743, 2003.

HOAGLAND, K. E. & SCHAD, G. A. *Necator americanus* and *Ancylostoma duodenale*: life history parameters and epidemiological implications of two sympatric hookworms of humans. *Experimental Parasitology*, 44: 36-49, 1978.

HUBBE, M. *et al*. Brief communication: 'Zuzu' strikes again-morphological affinities of the Early Holocene human skeleton from Toca dos Coqueiros, Piauí, Brazil. *American Journal of Physical Anthropology*, 134(2): 285-291, 2007.

IÑIGUEZ, A. M. *et al*. SL1 RNA gene recovery from Enterobius vermicularis ancient DNA in pre-Columbian human coprolites. *International Journal for Parasitology*, 36: 1.419-1.425, 2006.

JONES, A. Human parasite remains: prospects for a quantitative approach. *In*: HALL, A. R. & KENWARD, H. L. *Environmental Archaeology in the Urban Context*. London: Council for British Archaeology, 1982. (Research Report, 43)

KORMONDY, E. J. & BROWN, D. E. *Ecologia Humana*. São Paulo: Atheneu, 2002.

LEGUÍA, G. P. *Enfermedades Parasitarias en Camélidos Sudamericanos*. Lima: Ediciones del Mar, 1999.

LELES, D. *et al*. Molecular paleoparasitological diagnosis of Ascaris sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Columbian South America times. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LIMA, T. *Nos Mares do Sul: a pré-história do litoral centro-meridional brasileiro. Antes histórias da pré-história*. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil, 2006.

MARASCIULO, A. C. E. *Dinâmica da Infecção por Ancilostomídeos em Região Semiárida do Nordeste Brasileiro*, 1992. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

MARTIN, G. *Pré-História do Nordeste do Brasil*. 4. ed. Recife: Editora da UFPE, 2005.

MARTINEZ, F. A. *et al*. Presencia de *Mathevotaenia* sp. en edentados (Mammalia: Dasypodidae y Mimercophagidae). *Comunicaciones Cientificas y Tecnológicas*, 4: 55-57, 1999.

MARTINSON, E. *et al*. Pathoecology of Chiribaya parasitism. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 195-205, 2003.

MAS-COMA, S.; BARGUES, M. D. & VALERO, M. A. Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses. *International Journal for Parasitology*, 35: 1.255-1.278, 2005.

McMICHAEL, A. J. Environmental and social influences on emerging infectious diseases: past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Serie B*, 359: 1.049-1.058, 2004.

MEDEIROS, R. P. Povos indígenas do sertão nordestino no período colonial: descobrimento, alianças, resistência e encobrimento. *Fumdhamentos*, 2: 7-52, 2002.

MELATTI, J. C. *Índios do Brasil*. 7. ed. São Paulo, Brasília: EdUnb, Hucitec, 1993.

MICHALSKI, F. & PERES, C. A. Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationship in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology*, 21(6): 1.626-1.640, 2007.

MIYAZAKI, I. *An Illustrated Book of Helminthic Zoonoses*. Tokyo: International Medical Foundation of Japan, 1991.

MONTENEGRO, A.; AVIS, C. & WEAVER, A. J. Modelling the pre-historic arrival of the sweet potato in Polynesia. *Journal of Archaeological Science*, 35: 355-367, 2008.

MONTENEGRO, A. *et al*. Parasites, paleoclimate and the peopling of the Americas: using the hookworm to time the Clovis migration. *Current Anthropology*, 47: 193-198, 2006.

MORAVEC, F. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitologica (Praha)*, 29: 119-132, 1982.

MORAVEC, F. *Parasitic in Cold-Blooded Vertebrates*. Praha: Academia, 2001.

MORINI, E. G.; BOERO, J. J. & RODRIGUEZ, A. Parásitos intestinales en el 'mara' (*Dolichotis patagonum patagonum*). *Misión de Estudios de Patología Regional Argentina*, 26: 83-89, 1955.

NAJAR, A.; CHAME, M. & CHAVES, S. A. M. A GIS application for environmental management in the semi-arid ecosystem of Serra da Capivara National Park, Piauí, Northeast Brazil. *In*: BREBBIA, C. A. & PASCOLO, P. (Orgs.). *Management Information Systems 2000*. Southhampton: WIT Press, 2000. v. 1.

NAVONE, G. T. Estúdio de la distribucion, porcentaje y microecologia de los parasitos de algunas espécies de edentados argentinos. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 25: 199-210, 1990.

NAVONE, G. T. & MERINO, M. L. Contribución al conocimiento de la fauna endoparasitaria de *Lama guanicoe* Muller 1776, de Península Mitre, Tierra del Fuego, Argentina. *Boletín Chileno de Parasitologia*, 44: 46-51, 1989.

NAVONE, G. T. & SURIANO, D. M. Species composition and seasonal dynamics of the helminth community parasitizing *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae) in savannas of Central Argentina. *Ecologia Austral*, 2: 95-100, 1992.

NAWALINSKI, T.; SCHAD, G. A. & CHOWDHURY, A. B. Population biology of hookworms in children in rural West Bengal. I. General parasitological observations. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 27: 1.152-1.161, 1978a.

NAWALINSKI, T.; SCHAD, G. A. & CHOWDHURY, A. B. Population biology of hookworms in children in rural West Bengal. II. Acquisition and loss of hookworms. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 27: 1.162-1.173, 1978b.

NEVES, E. G. *Arqueologia da Amazônia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

NEVES, E. G. Ecology, ceramic chronology and distribution, long-term history, and political change in the Amazonian floodplain. *In*: SILVERMAN, H. & ISBELL, W. H. *Handbook of South American Archaeology*. New York: Springer, 2008.

NEVES, W. Origens do homem nas Américas: fósseis versus moléculas. *In*: SILVA, H. P. & RODRIGUES-CARVALHO, C. (Orgs.). *Nossa Origem: o povoamento das Américas: visões multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

OLSEN, K. M. & SCHAAL, B. A. Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96: 5.586-5.591, 1999.

ORELLANA, N. *Paleogenética de Populações Pré-Colombianas da Bolívia: análises do mtDNA humano, e infecções por* Trypanosoma cruzi *e vírus linfotrópico das células T humanas (HTLV)*, 2008. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

ORTEGA, Y. R. & BONAVIA, D. *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Cyclospora* in ancient Peruvians. *The Journal of Parasitolology*, 89: 635-636, 2003.

PATRUCCO, R.; TELLO, R. & BONAVIA, D. Parasitological studies of coprolites of pre-Hispanic Peruvian populations. *Current Anthropology*, 24: 393-394, 1983.

PAVLOVSKY, E. *Natural Nidality of Transmissible Diseases in Relation to Landscape Epidemiology of Zooanthroponoses*. Moscow: Peace Publishers, s.d.

PEDUZZI, R. & PIFFARETTI, J. C. Ancylostoma duodenale and the Saint Gothard anaemia. *British Medical Journal*, 287: 1.942-1.945, 1983.

PESSIS, A. M. *Imagens da Pré-História: Parque Nacional Serra da Capivara*. 1. ed. São Paulo: Fumdham, Petrobras, 2003.

PICKERSGILL, B. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany*, 100: 925-940, 2007.

PIZZI, T. & SCHENONE, H. Hallazgo de huevos de *Trichuris trichiura* en contenido intestinal de un cuerpo arqueológico arcaico. *Boletín Chileno de Parasitología*, 9(3): 73-75, 1954.

PROUS, A. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1992.

PROUS, A. *O Brasil antes dos Brasileiros: a pré-história de nosso país*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

RAPAPORT, E. H.; LADIO, A. & SANZ, E. H. *Plantas Comestibles de la Patagonia Andina*. Parte I. Rio Negro: Universidade Nacional de Comahue, 2003.

REA, M. J. F. *et al*. *Strongyloiodes stercoralis*, estudio en pacientes sintomáticos y en un área rural de San Luís del Palmar, Corrientes, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Técnicas*, 2003.

REINHARD, K. J. Archaeoparasitology in North America. *American Journal of Physical Anthropology*, 82: 145-163, 1990.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J. Cave living and transmission of Chagas disease in ancient times. *Paleopathology Newsletter*, 131, supl.: 32, 2005.

REINHARD, K. J. A coprological view of Ancestral Pueblo cannibalism: debate over a single fecal fossil offers a cautionary tale of the interplay between science and culture. *American Scientist*, 94: 254-261, 2006.

REINHARD, K. J. Pathoecology of two Ancestral Pueblo villages. *In*: REITZ, E. J.; SCUDDER, S. J. & SCARRY, C. M. (Eds.). *Case Studies in Environmental Archaeology*. 2. ed. New York: Springer, 2008.

REINHARD, K. J. & BARNUM, S. V. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1991.

REINHARD, K. J. & URBAN, O. Diagnosing ancient Diphyllobothriasis from Chinchorro mummies. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 191-193, 2003.

REINHARD, K. J.; HEVLY, R. H. & ANDERSON, G. A. Helminth remains from prehistoric Indian coprolites on the Colorado Plateau. *The Journal of Parasitology*, 73: 630-639, 1987.

REINHARD, K. J. *et al*. American hookworm antiquity. *Medical Anthropology*, 20: 96-101, 2001.

REY, L. *Parasitologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RINALDI, L. *et al*. Canine faecal contamination and parasitic risk in the city of Naples (Southern Italy). *BMC Veterinary Research*, 2: 29, 2006.

ROBERTS, L. S. & JANOVY JR., J. *Foundations of Parasitology*. Boston: McGraw-Hill International Edition, Higher Education, 2009.

ROBERTSON, I. D. & THOMPSON, R. C. Enteric parasitic zoonoses of domestical dogs and cats. *Microbes and Infection*, 4: 867-873, 2002.

ROBLES, C. & OLAECHEA, F. Salud y enfermedad de las manadas. *In*: BORRELLI, P. & OLIVA, G. (Eds.). *Ganaderia Sustentable en la Patagonia Austral*. Santa Cruz: Inta, 2001.

ROTHMAN, J. & BOWMAN, D. D. A review of the endoparasites of mountain gorillas. *In*: BOWMAN, D. D. (Ed.). *Companion and Exotic Animal Parasitology*. Ithaca: International Veterinary Information Service, 2003.

ROTHSCHILD, B. Porotic hyperostosis as a marker of health and nutritional conditions. *American Journal of Human Biology*, 14: 417-418, 2002.

SARDELLA, N. H. & FUGASSA, M. H. Paleoparasitological analysis of rodent coprolites in holocenic samples from Patagonia, Argentina. *The Journal of Parasitology*, 95(3): 646-651, 2009.

SAVOLAINEN, P. *et al*. Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dog. *Science*, 298(5.598): 1.610-1.613, 2002.

SCHAD, G. A. *et al*. Arrested development in human hookworm infections: an adaptation to a seasonally unfavorable external environment. *Science*, 180: 502-504, 1973.

SIANTO, L. *Parasitismo em Populações Pré-colombianas: helmintos de animais em coprólitos de origem humana do Parque Nacional Serra da Capivara, PI, Brasil*, 2009. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

SIANTO, L. *et al*. The finding of *Echinostoma* (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated 600–1,200 years before present. *The Journal of Parasitology*, 91(4): 972-975, 2005.

SILVA, H. P. & RODRIGUES-CARVALHO, C. (Orgs.). *Nossa Origem: o povoamento das Américas. Visões multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cadernos de Saúde Pública*, 13(4): 85-93, 1997.

SILVERMAN, H. & ISBELL, W. H. *Hanbook of South American Archaeology*. New York: Springer, 2008.

SMITH, B. D. The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science*, 276: 932-934, 1997.

SOTOMAYOR, H.; BURGOS, J. & ARANGO, M. Demonstración de tuberculosis en una momia prehispánica por la ribotipificación del ADN de *Mycobacterium tuberculosis*. *Biomédica*, 24, supl.: 18-26, 2004.

SOULSBY, E. J. *Parasitología y Enfermedades Parasitarias en los Animales Domésticos*. México: Nueva Editorial Interamericana, 1987.

STAHL, P. W. Pre-Columbian Andean animal domesticates at the edge of empire. *World Archaeology*, 34(3): 470-483, 2003.

STUART-MACADAM, P. Porotic hyperostosis: a new perspective. *American Journal of Physical Anthropology*, 87: 39-47, 1992.

SURIANO, D. M. & NAVONE, G. T. Three new species of the genus *Trichuris* Roederer, 1761 (Nematoda: Trichuridae) from Cricetidae and Octodontidae rodents in Argentina. *Research and Reviews in Parasitology*, 54: 39-46, 1994.

SUTTON, C. A. Un nuevo eucestode parásito de *Myocastor coypus bonariensis* Comerson. *Neotrópica*, 19: 38-42, 1973.

TAYLOR, L. H.; LATHAM, S. M. & WOOLHOUSE, M. E. J. Risk factors for human disease emergence. *Transaction of the Royal Society of London B*, 356: 983-989, 2001.

TENORA, F. Tapeworms of the family Anoplocephalidae Cholodwky, 1902: evolutionary implications. *Acta Scientarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae Brno*, 10: 1-37, 1976.

TENÓRIO, M. C. *Pré-História da Terra Brasilis*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1999.

TEIXEIRA, A. R. L.; NASCIMENTO, R. J. & STURN, N.R. Evolution and pathology in Chagas disease: a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101: 463-491, 2006.

THIENPONT, D.; ROCHETTE, F. & VANPARIJS, O. F. J. *Diagnóstico de las Helmintiosis por Medio del Examen Coproparasitológico*. Beerse: Janssen Research Foundation, 1979.

TIEPOLO, L. M & TOMAS, W. M. Ordem Artidactyla. *In*: REIS, N. R. *et al*. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina: Edifurb, 2006.

WING, E. S. & BROWN, A. B. *Paleonutrition: method and theory in prehistoric foodways*. New York: Academic Press, 1979.

YOSHIKAWA, H. *et al*. Variations in egg size of *Trichuris trichiura*. *Parasitology Research*, 75: 649-654, 1989.

ZIMMERMAN, M. R. &, MORILLA, R. E. Enterobiasis in pre-Columbian America. *Paleopathology Newsletter*, 42: 8, 1983.

21

Os Achados na América do Norte

Karl Jan Reinhard

Os estudos de parasitos em material arqueológico na América do Norte tiveram início no Canadá, com os trabalhos de Eric Callen e Thomas Wright Moir Cameron. O primeiro, botânico canadense, e o segundo, parasitologista britânico, tiveram passagens por diversas instituições canadenses e norte-americanas, onde influíram nas pesquisas e despertaram interesse pelo estudo de coprólitos. Além de estudos pertinentes à especialidade de cada um, deixaram sua contribuição sobre os restos orgânicos preservados em fezes arqueológicas ao introduzirem a técnica de reidratação em solução aquosa de fosfato trissódico (Callen & Cameron, 1960).

Fry e Hall (1969) compararam os métodos de reidratação até então usados em coprólitos que incluíam água destilada, solução aquosa de hidróxido de sódio, entre outros, com a solução de fosfato trissódico, concluindo pela superioridade desta. Examinaram 193 amostras de cerca de 2.000 a 9.500 anos, provenientes de Danger Cave, Utah, Estados Unidos, e encontraram ovos de *Moniliformis clarcki* e de *Enterobius vermicularis*. A presença dessa espécie de acantocéfalo em fezes humanas foi discutida por Moore, Fry e Englert (1969), assim como Fry e Moore (1969) discutiram a datação antiga dos coprólitos com ovos de *Enterobius vermicularis*, cujas datações chegam próximo de 10.000 anos. Os coprólitos encontrados na região arqueológica de Great Basin, que abrange uma extensa região a oeste dos Estados Unidos, seguiram como importante fonte de dados sobre dieta e parasitos, sendo objeto de estudo e revisões, como as de Wilke e Hall (1975) e Fry (1977), que resumem os estudos feitos até então.

O Quadro 1 mostra os parasitos encontrados em coprólitos na América do Norte. Neste quadro, pode-se observar que certos parasitos se concentram em determinadas regiões. *Diphyllobothrium* sp., por exemplo, está restrito à região mais ao norte, enquanto a infecção por acantocéfalo limita-se à Great Basin. Ambas as infecções parecem ter sido muito comuns em caçadores-coletores, diferindo das infecções por ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis*, encontradas na parte sul da América do Norte em sociedades de agricultores, onde se verificam condições ambientes mais propícias para sua transmissão. Porém, como mostraram Fry e Hall (1969), a infecção por *Enterobius vermicularis* é muito antiga entre grupos de caçadores-coletores, tornando-se ubíqua entre os Pueblos Ancestrais do sudoeste e em outras regiões. Outros helmintos intestinais, como *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, encontrados comumente em humanos na atualidade, eram mais raros na América pré-histórica.

Quadro 1 – Parasitos, antiguidade e sítios arqueológicos. América do Norte pré-histórica

Parasito	**Datação**	**Sítio arqueológico**
Ascaris lumbricoides	322–177 a.C.	Big Bone Cave, Tennessee
Ascaris lumbricoides	570–290 a.C.	Upper Salts Cave, Kentucky
Ascaris lumbricoides	1075–1140 AD	Antelope House, Arizona
Ascaris lumbricoides	1100–1250 AD	Elden Pueblo, Arizona
Ascaris lumbricoides	1127–1207 AD	Adak Island, Alaska
Ancylostomidae	600 AD	Rio Zape, Durango, México
Ancylostomidae	1075–1140 AD	Antelope House, Arizona
Ancylostomidae	322–177 a.C.	Big Bone Cave, Tennessee
Ancylostomidae (?)	1300–1700 a.C.	Daws Island, South Caroline
Ancylostomidae (?)	700–1200 AD	Grenado Cave, Texas
Enterobius vermicularis	*ca.* 8000 a.C.	Danger Cave, Utah
Enterobius vermicularis	4833–4300 a.C.	Dirty Shame Shelter, Oregon
Enterobius vermicularis	4010 a.C.	Hogup Cave, Utah
Enterobius vermicularis	2100–600 a.C.	Hinds Cave, Texas
Enterobius vermicularis	1250 a.C.	Hogup Cave, Utah
Enterobius. vermicularis	650 a.C.	Hogup Cave, Utah
Enterobius. vermicularis	322–177 a.C.	Big Bone Cave, Tennessee
Enterobius vermicularis	400 AD	Turkey Pen Cave, Utah
Enterobius vermicularis	600 AD	Antelope House, Arizona
Enterobius vermicularis	600 AD	Rio Zape, Durango, México
Enterobius vermicularis	700–1000 AD	Antelope Cave, Arizona
Enterobius vermicularis	900–1250 AD	Big Horn Sheep Ruin, Utah
Enterobius vermicularis	500–1200 AD	Clyde's Cavern, Utah
Enterobius vermicularis	920–1020 AD	Pueblo Bonito, Novo México
Enterobius vermicularis	1080–1130 AD	Pueblo Bonito, Novo México
Enterobius vermicularis	1000–1200 AD	Step House, Colorado
Enterobius vermicularis	1000–1200 AD	Glen Canyon, Utah
Enterobius vermicularis	1075–1140 AD	Antelope House, Arizona
Enterobius vermicularis	1100–1250 AD	Elden Pueblo, Arizona

Quadro 1 – Parasitos, antiguidade e sítios arqueológicos. América do Norte pré-histórica (continuação)

Parasito	**Datação**	**Sítio arqueológico**
Enterobius vermicularis	1100–1250 AD	Salmon Ruins, Novo México
Enterobius vermicularis	1250–1300 AD	Inscription House, Arizona
Strongyloides stercoralis	1075–1140 AD	Antelope House, Arizona
Strongyloides stercoralis	1080–1130 AD	Pueblo Bonito, Novo México
Strongyloides stercoralis	500–1200 AD	Clyde's Cavern, Utah
Trichinella spiralis	1550 AD	Point Barrow, Alabama
Trichuris trichiura	600 AD	Rio Zape, Durango, México
Trichuris trichiura	1100–1250 AD	Elden Pueblo, Arizona
Trematódeo não identificado	1250–1300 AD	Glen Canyon, Utah
Cryptocotyle lingua	400 AD	St. Lawence Island, Arkansas
Fascioloidae	500 a.C.–1150 AD	Lovelock Cave, Nevada
Fascioloidae	Desconhecida	Sudden Shelter, Coahuila, México
Paragonimus	600 AD	Rio Zape, Durango, México
Diphyllobothrium	300 a.C.–200 AD	Schultz Site, Michigan
Diphyllobothrium	1127–1207 AD	Adak Island, Alaska
Diphyllobothrium	1400–1700 AD	Buildir Island, Alaska
Hymenolepididae	1100–1250 AD	Elden Pueblo, Arizona
Hymenolepididae	1075–1140 AD	Antelope House, Arizona
Hymenolepididae	600 AD	Rio Zape, Durango, México
Echinococcus granulosus	Pré-contato	Kodiak Island, Alaska
Echinococcus granulosus	600 AD	North Dakota
Taeniidae	4500 a.C.	Hogup Cave, Utah
Taeniidae	4200 a.C.	Hogup Cave, Utah
Taeniidae	2000 a.C.	Hogup Cave, Utah
Taeniidae	330 a.C.–200 AD	Schultz Site, Michigan
Taeniidae	20 AD	Danger Cave, Utah
Taeniidae	1100–1250 AD	Elden Pueblo, Arizona
Taeniidae	1250–1300 AD	Glen Canyon, Utah
Taeniidae	700–1000 AD	Antelope Cave, Arizona

Quadro 1 – Parasitos, antiguidade e sítios arqueológicos. América do Norte pré-histórica (continuação)

Parasito	Datação	Sítio arqueológico
Acantocephala	460–1500 AD	Clyde's Cavern, Utah
Acantocephala	900–1100 AD	Black Mesa, Arizona
Acantocephala	900–1100 AD	Clen Canyon, Utah
Moniliformis clarki	10000–8500 a.C.	Danger Cave, Utah
Moniliformis clarki	8000 a.C.	Danger Cave, Utah
Moniliformis clarki	6400–4856 a.C.	Hogup Cave, Utah
Moniliformis clarki	4300–5090 a.C.	Dirty Shame Shelter, Oregon
Moniliformis clarki	4800–4300 a.C.	Dirty Shame Shelter, Oregon
Moniliformis clarki	2000 a.C.	Hogup Cave, Utah
Moniliformis clarki	1869 a.C.	Danger Cave, Utah
Moniliformis clarki	20 AD	Danger Cave, Utah
Moniliformis clarki	600–900 AD	Dirty Shame Shelter, Oregon

a.C. – antes de Cristo; AD – *Anno Domini*.

Antelope House e Antelope Cave são sítios diferentes. Antelope Cave está no canto mais longínquo do noroeste do Arizona, próximo a Great Basin. Antelope House situa-se no nordeste do Arizona, no Colorado Plateau.

PARTICULARIDADES DA PATOECOLOGIA NO SUDOESTE NORTE-AMERICANO: APLICAÇÃO DO CONCEITO DE FOCO NATURAL DE DOENÇA AO ESTUDO DA SAÚDE NA PRÉ-HISTÓRIA

Um dos objetivos deste capítulo é propor que os bioarqueólogos adotem o conceito de foco natural de doença, ou nidalidade (Pavlovsky, s.d.),[N.E.] como ferramenta para reconstituir a patoecologia das doenças infecciosas em comunidades pré-históricas. Foco natural é a área geográfica ou outra área especial contendo potenciais agentes de infecções, vetores, hospedeiros reservatórios e hospedeiros suscetíveis que podem ser usados para prognosticar doenças com base no conhecimento de fatores ecológicos relacionados à infecção. Os fatores ecológicos incluem a presença de vetores, hospedeiros humanos e não humanos e o ambiente externo favorável à transmissão de parasitos. Um foco individual reflete, portanto, os limites de transmissão de um dado parasito dentro de uma área específica de

[N.E.] Aqui o autor pretende usar o termo 'patoecologia' em um sentido um tanto diferente de 'foco natural de doença', proposto por Pavlovsky. Um foco natural de doença existe quando há um clima específico, vegetação, solo e microclima favoráveis em regiões onde vetores, hospedeiros infectados e hospedeiros susceptíveis de infecção se encontram. Em outras palavras, um foco natural de doenças está relacionado a uma paisagem geográfica específica, tal como a taiga com sua composição botânica, um deserto de areia quente, a estepe etc., isto é, uma biogeocenose (Pavlovsky, s.d.: 19). Na concepção original de 'nidalidade', surtos de doença ocorrem quando pessoas invadem ou modificam o local onde circula determinado parasito em seu ambiente natural (Lemos & Lima, 2002).

interação – percevejos em uma cama, por exemplo. Um foco de doença pode estar limitado a um só quarto contendo uma cama, com acesso de roedores infestados por pulgas infectadas com agente da peste. Nidalidade pode também se compor de uma grande comunidade e a área que a circunda, na qual há transmissão de determinada espécie de helminto ou qualquer outro parasito.

Os Pueblos eram um complexo de focos superpostos. Por exemplo, em Antelope House, os cômodos para estocagem e processamento de cereais puderam ser identificados como focos de infecção por cestoides. Os dormitórios dentro dos abrigos constituíam o foco de infecção para *Enterobius vermicularis*. As fontes de água foram o foco de infecção por *Trichuris trichiura*, *Giardia* e amebas, assim como as áreas de defecação e/ou agricultura foram o foco de infecção para ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis* (Figura 1).

Figura 1 – Antelope House, mostrando, no paredão à esquerda, as habitações dos Pueblos Ancestrais, cânion de Chelley, Arizona, Estados Unidos



A infecção pelo cestoide *Hymenolepis nana* foi encontrada somente em sítios de agriculturalistas entre os Pueblos. É uma espécie de parasito encontrada em humanos, porém outros animais, como ratos e camundongos, infectam-se com uma espécie muito próxima, chamada *Hymenolepis fraterna*, mas que algumas vezes já foi diagnosticada em humanos. O ciclo de vida e transmissão de hospedeiro a hospedeiro se dá pela ingestão de ovos eliminados com as fezes de indivíduos infectados; tais ovos eclodem e liberam o embrião hexacanto, ou larva com três pares de acúleos, que se fixa na mucosa intestinal sob a forma chamada cisticercoide. Cerca de dez a 12 dias depois a larva cisticercoide migra para a região do íleo, passando ao estágio adulto e produzindo proglotes. Esse ciclo, de ovo a ovo, passa-se em torno de um mês. É mais comum em crianças do que em adultos, refletindo certo grau de imunidade decorrente da passagem do parasito pela mucosa intestinal e produção de anticorpos no soro. Os ovos do parasito nas fezes humanas podem ser ingeridos por insetos coprófagos, como diversas espécies de pulgas, assim como coleópteros.

Nos insetos ocorre desenvolvimento do cisticercoide e quando são ingeridos por mamíferos, como roedores, cães e outros carnívoros, pode ocorrer infecção. Os humanos podem também se infectar dessa maneira, ao ingerir pequenos coleópteros encontrados em cereais, do gênero *Tenebrio*, ou na farinha, do gênero *Tribollium*. Nesses casos, como ocorre a ingestão de cisticercoide, a imunidade não se desenvolve, e o número de parasitos costuma ser muito superior ao que se observa na infecção transmitida pela ingestão de ovos de *Hymenolepis nana*.

Portanto, entre os Pueblos, o parasitismo por *Hymenolepis nana* deveria ocorrer por transmissão direta entre humanos, assim como a autoinfecção, mas também por ingestão de artrópodes triturados inadvertidamente durante o preparo de alimentos com cereais armazenados.

As larvas de ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis* penetram pela pele humana. O foco de doença para esses parasitos eram, provavelmente, os campos de plantações e/ou o entorno dos banheiros nos sítios arqueológicos. O método mais comum para controlar a infecção por ancilostomídeos é o uso de calçados. Os Pueblos Ancestrais usavam sandálias, mas Behnke e colaboradores (2000) registraram problemas em relação a infecção por ancilostomídeos e uso de sandálias em agricultores atuais em Mali. Referem que a terra gruda nas sandálias, tornando-as inconfortáveis quando usadas no cultivo do solo, levando as pessoas a descalçá-las; como resultado, aqueles que usam sandálias infectam-se tanto quanto os que não usam calçados (Behnke *et al*. 2000).

Essa mesma situação devia ocorrer entre os Pueblos horticulturalistas, e a penetração de larvas pela pele deveria ocorrer nos campos de plantação de milho. Schad e colaboradores (1973) sugerem um outro cenário para a infecção por ancilostomídeos, também aplicável à patoecologia dos Pueblos, ao mostraram que no oeste de Bengala os aldeões defecam na periferia das aldeias. As pessoas usam as mesmas áreas diariamente para esse propósito. Como resultado, as larvas de ancilostomídeos proliferam nessas áreas e o tempo que as pessoas passam aí é suficiente para que a infecção por ancilostomídeos se mantenha na população.

Em Antelope House, centenas de pequenas concentrações de coprólitos foram encontradas dentro do abrigo sob rocha pré-histórico. Esse padrão de vestígios de coprólitos mostra que os moradores de Antelope House tinham hábitos sanitários semelhantes aos das pessoas que hoje vivem no oeste de Bengala, mas usavam aposentos abandonados ao invés dos arredores da aldeia. Portanto, a transmissão de ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis* poderia ter se dado na periferia das aldeias Pueblo ou nos quartos abandonados, usados para defecar. Larvas de *Strongyloides* sp. foram encontradas em coprólitos de cães em Antelope House (Reinhard, 1985). Embora não se tenha comprovado que a espécie que parasita o cão seja a mesma da humana, ocorre infecção experimental por *Strongyloides stercoralis* em cães e ratos no laboratório, sugerindo que possam servir como reservatórios ou como hospedeiros alternativos.

Ao construírem múltiplos quartos com pedras dentro do abrigo sob rocha, os Pueblos de Antelope House criaram ambiente favorável para a transmissão de *Enterobius vermicularis*. Sua transmissão por contato direto, mão a mão, entre humanos, e por via aérea quando as pessoas estão no mesmo espaço fechado, foi facilitada por isso. As casas em estilo de apartamentos dos Pueblos, com seus espaços fechados e circulação de ar restrita, foram ideais para disseminação dos ovos do parasito (Hugot *et al*., 1999; Reinhard, 2008a). Prova disso é que Antelope House tinha uma das mais altas prevalências de infecção por *Enterobius vermicularis* da pré-história, em virtude da contaminação por via aérea.

Trichuris trichiura, *Giardia duodenalis* e espécies de amebas são parasitos transmitidos por água e alimentos contaminados, embora seja possível a transmissão direta, com as mãos contaminadas, por *Giardia duodenalis*. Isso teria sido um sério problema durante o período de seca na região de Canyon de Chelly, em Pueblo III (Morris, 1986; Reinhard, 1985). Durante a seca, o número de *pueblos* no desfiladeiro crescia, à medida que as pessoas se deslocavam

para mais perto das fontes de água existentes no solo ao fundo do vale. Como resultado da aglomeração e de piores condições sanitárias, as fontes locais de água tornavam-se contaminadas, e assim podem ser consideradas como focos naturais de infecção para as parasitoses transmitidas pelas fezes.

PARASITOS, DOENÇA E PALEOPATOLOGIA DOS PUEBLOS ANCESTRAIS

Infecção parasitária significa a presença do parasito no hospedeiro, e a doença parasitária não necessariamente decorre da infecção. A doença resulta da patogenicidade e da virulência do parasito, associadas às características do hospedeiro e ao ambiente em que ambos se encontram. Virulência refere-se à habilidade do parasito em multiplicar-se. Patogenicidade refere-se à capacidade do parasito de causar sintomas de doença e mortalidade na população de hospedeiros (Araújo *et al*. 2003). A infecção pode se transmitir verticalmente, da mãe para filho, ou horizontalmente, de um hospedeiro a outro.

Entre os helmintos que infectavam os Pueblos Ancestrais, os mais virulentos, no sentido de eliminarem maior número de formas infectantes, eram *Trichuris trichiura*, cujas fêmeas têm a capacidade de pôr, diariamente, cerca de vinte mil ovos, e *Ascaris lumbricoides*, cujas fêmeas põem duzentos mil ovos por dia. Talvez o menos virulento dentre eles seja *Strongyloides stercoralis*, que elimina uma centena de larvas por dia. Entretanto, ocorre o inverso em relação à patogenicidade. *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* raramente causam problemas debilitantes duradouros ou morte (exceto as obstruções intestinais causadas por bolos de vermes, no caso de *Ascaris lumbricoides*). Em contraste, *Strongyloides stercoralis* é mais patogênico. As larvas desses vermes penetram no corpo pela pele. Em sua migração em direção ao intestino passam pelo coração e pulmões, podendo causar patologia respiratória. Quando chegam ao intestino, mergulham na mucosa intestinal e lesam o trato intestinal. Mães infectadas por *Strongyloides stercoralis* podem infectar suas crianças ao amamentá-las ao peito. *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* transmitem-se somente por contaminação fecal do ambiente. São geo-helmintos, e seus ovos necessitam de maturação para se tornaram infectivos no solo.

O número de espécies de parasitos que infectam uma população de hospedeiros relaciona-se à sua capacidade de se associarem em condições de provocar doença. Um dos aspectos vantajosos da análise de coprólitos é que oferecem a possibilidade de identificar o número e a diversidade de parasitos que infectam um único hospedeiro (Reinhard, 1988; Reinhard, Ambler & McGuff, 1985).

O nível e intensidade das doenças causadas por parasitos em uma população é influenciado por muitas condições. Isso inclui contato pregresso da população com determinadas espécies de parasitos, situação nutricional e imunológica e os padrões de comportamento da população que aumentam ou diminuem o risco. Dois desses padrões, suscetibilidade à infecção e necessidades nutricionais do hospedeiro, podem ser estimados pelo exame do registro arqueológico. Um desses estudos é exemplificado nos sítios do sudoeste americano. O conteúdo estudado de numerosos coprólitos mostrou que a variedade da dieta em Pueblos Ancestrais era, geralmente, nutritivamente saudável (Cummings, 1994; Fry, 1980; Minnis, 1989). Porém, no início de 1992, surgiram evidências de variação substancial no consumo de plantas silvestres em sítios arqueológicos de Pueblos Ancestrais, sugerindo que deficiências agrícolas em algumas localidades forçaram o uso maior de alimentos silvestres.

Para testar esse pressuposto, reconstruiu-se e comparou-se a dieta antiga para as populações que viveram em Antelope House e em Salmon Ruins a fim de se identificar e avaliar indícios de períodos de fome nos vestígios encontrados em coprólitos (Reinhard, 2008b). Esses estudos incluíram a identificação e avaliação de alimentos em períodos de escassez alimentar com base nos fitólitos – cristais de sílica formados na epiderme das plantas, encontrados

em diversos vestígios arqueológicos, como arcadas dentárias (no espaço entre os dentes), coprólitos etc. (Reinhard & Danielson, 2005), e na concentração de pólen (Reinhard *et al.*, 2006), de amido e de macrofósseis (Leroy-Toren & Reinhard, 2004; Reinhard, 2008b; Reinhard, Leroy-Toren & Danielson, 2006; Sutton & Reinhard, 1995). Os dados de ambos os sítios correspondem a um período em que houve notáveis mudanças ambientes em Pueblo III, Canyon de Chelly (Reinhard, 2004, 2008b). Os alimentos consumidos durante períodos de escassez alimentar incluíam as bases de folhas de iúca e palmas, que se tornaram alimentos bastante comuns em Antelope House, mas não em Salmon Ruin e outros sítios Pueblo em Utah e Novo México (Reinhard & Danielson, 2005). As concentrações de pólen nos coprólitos mostraram que o milho estocado foi consumido em menor quantidade e menos frequentemente em Antelope House do que em Salmon Ruins, e que as pessoas em Antelope House usavam mais frequentemente alimentos silvestres, como tabua e rabo-de-cavalo, plantas do deserto. Os grãos de amido foram menos comuns nos coprólitos de Antelope House, em relação aos encontrados em Salmon Ruins. Os macrofósseis remanescentes evidenciam a grande variedade de plantas silvestres usadas em Antelope House. Em conjunto, esses dados todos sustentam o aparente impacto na dieta, causado por alterações ambientes na região de Antelope House em Canyon de Chelly que prejudicaram a produção agrícola local e forçaram os habitantes a diversificar e aumentar sua dependência em plantas silvestres (Reinhard, 1996, 2008b).

Concomitantemente a esse período de estresse, grande variedade de parasitos passou a infectar a população que vivia em Antelope House. Alguns desses parasitos, como *Hymenolepis nana* e *Enterobius vermicularis*, não são muito virulentos ou patogênicos, mas sua presença sugere que a população, talvez sofrendo de formas diversas de deficiências nutricionais, estava em condições de saúde deficientes. *Trichuris trichiura* infectava também essas populações, mas embora virulento – isto é, produz enorme quantidade de ovos eliminados com as fezes –, não é muito patogênico. A infecção por ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis* era também comum em Antelope House durante esse período. Além disso, duas espécies de protozoários parasitos que causam diarreia foram encontradas nos coprólitos, *Entamoeba histolytica* e *Giardia duodenalis*, e ambas são virulentas e patogênicas. O cenário que surge em Antelope House durante esse período é o de pessoas vivendo sob pressão de ambiente desfavorável, altamente infectadas, entre as quais alguns indivíduos estavam em piores condições de saúde e eram mais suscetíveis a infecções por muitos parasitos.

Os níveis de infecção indicados pelos coprólitos de Antelope House trazem outras questões importantes, tais como o grau de interação entre as necessidades nutricionais do hospedeiro com os instantes em que esses pontos se tornaram críticos, ou mesmo ameaçadores para sua sobrevivência. Um exemplo dessa importante relação entre necessidades nutricionais e parasitismo foi discutido por Crompton e Whitehead (1993). Esses autores construíram um modelo preditivo de efeitos da infecção por ancilostomídeos em mulheres grávidas em relação a não grávidas. Seu modelo prediz que a infecção por ancilostomídeos depleta a reserva de ferro do hospedeiro por conta da destruição de hemácias, reduzindo sua densidade por mililitro de sangue. Assim, o efeito dessa depleção de ferro torna-se mais agudo em mulheres grávidas porque precisam prover as necessidades do feto. Cada ancilostomídeo no intestino de seu hospedeiro pode consumir 0,27 ml de sangue por dia (MacLeod, 1988). Depois de vinte semanas de infecção por ancilostomídeos, o hospedeiro pode começar a ter sintomas de anemia hipocrômica e microcítica.

O grande problema em mulheres grávidas é que os mais ínfimos sintomas da infecção por ancilostomídeos são, na maior parte das vezes, indistinguíveis das queixas comuns durante a gravidez, como a dor epigástrica e azia, entre outras. Quando a infecção por ancilostomídeos é mais grave, as mulheres grávidas podem ter sintomas como febre baixa, fadiga, dispneia, palpitações cardíacas, sopros e anemia. Em casos de infecções com carga alta de vermes, podem ocorrer constipação e diarreia, icterícia, emagrecimento, insuficiência cardíaca congestiva ou pré-eclâmpsia.

Se a mulher sobrevivesse ao trabalho de parto, não seria fácil para ela recuperar-se facilmente da hemorragia no pós-parto, o que pode ter contribuído para mortalidade materna. De maneira geral, em populações infectadas por ancilostomídeos as necessidades fisiológicas crescentes durante a gravidez trazem maior risco às mulheres.

Quando infecções múltiplas ocorrem em gestantes, como provavelmente se deu nesse período de fome e estresse em Antelope House, trazem consequências graves. Dos parasitos encontrados em Antelope House, ancilostomídeos, *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* são os que trazem mais problemas para a saúde da mãe e da criança. Em gestantes, os ancilostomídeos podem causar grave anemia ferropriva, má absorção de nutrientes, sangramento intestinal, estafa, diarreia, pré-eclâmpsia e falência cardíaca durante o parto. *Entamoeba histolytica* e *Giardia duodenalis* podem levar à má absorção de nutrientes, diarreia, desidratação e choque.

As doenças associadas a esses parasitos afetam tanto as mães como os fetos, o que levaria a reflexos importantes na população.

A presença desses três parasitos em populações Pueblo nutricionalmente deficientes é um importante fator na prevalência de hiperostose porótica nas coleções de esqueletos de Pueblos Ancestrais, especialmente associados com o estresse nutricional quando as mudanças ambientes resultaram na redução do consumo de nutrientes e alimentos em geral (Reinhard, 1992). Secas duradouras, tal como registrada na região de Antelope House, resultaram na agregação das populações humanas em torno das limitadas fontes de água. Por sua vez, isso levou à proliferação de doenças de massa e doenças associadas à água contaminada e condições sanitárias insatisfatórias. Bioarqueologicamente, essas situações expressaram-se em níveis elevados de hiperostose porótica nos remanescentes de esqueletos.

INSETOS E PARASITISMO POR HELMINTOS NO SUDOESTE PRÉ-HISTÓRICO

Alguns dos dados mais intrigantes da patoecologia provêm de regiões e sítios arqueológicos onde povos pré-históricos comiam insetos hospedeiros intermediários transmissores de acantocéfalos e tênias, parasitos de outros animais hospedeiros que não os humanos. Nesses casos, aspectos específicos da dieta pré-histórica e da higiene resultaram em infecção humana, mas que deve ser distinguida de falso parasitismo. Parasitos de animais podem infectar o hospedeiro humano e causar, algumas vezes, doença parasitária, a que se chama zoonose. Porém, alguns parasitos não conseguem se fixar no hospedeiro, e suas formas infectantes ingeridas, larvas ou ovos, atravessam o tubo intestinal e são eliminadas com as fezes. Nesses casos, ocorre o chamado falso parasitismo.

Na atualidade, os acantocéfalos raramente parasitam a espécie humana. Sabe-se que povos americanos antigos podiam se infectar porque há casos de ovos de acantocéfalos em coprólitos humanos. Esses achados localizam-se principalmente em Great Basin, em coprólitos encontrados em sítios arcaicos, incluindo Dirty Shame Rockshelter no Oregon (Hall, 1977), Clyde's Cavern em Utah (Hall, 1972), Danger Cave e Hogup Cave, em Utah (Fry, 1977) (para uma revisão consulte Reinhard, 1990). Os ovos de acantocéfalo foram também encontrados em coprólitos de Pueblos Ancestrais colhidos de sítios localizados em Glen Canyon, Utah, e Black Mesa, Arizona (Fry, 1977; Gummerman, Westfall & Weed, 1972; Reinhard, 1990). As infecções em Pueblos Ancestrais provavelmente resultaram de consumo acidental ou proposital de coleópteros encontrados em farelos de cereais, ortópteros e outros insetos.

Um tipo diferente de infecção deve ter resultado da ingestão de ectoparasitos (parasitos que vivem na superfície do tegumento de seus hospedeiros, como algumas espécies de fungos e bactérias, piolhos, pulgas e carrapatos). Fry (1977) e Heizer e Napton (1970) encontraram piolhos em coprólitos humanos recuperados de Danger Cave, Utah, e Lovelock Cave, Nevada. Recentemente, Johnson e colaboradores (2008) encontraram um carrapato em coprólito

humano de Antelope Cave, um sítio Pueblo Ancestral no noroeste do Arizona, próximo ao rio Virgin. Aparentemente, o carrapato foi mastigado e engolido, e eliminado quase íntegro no coprólito. Fry (1977) apresentou um caso sugerindo que os povos pré-históricos comiam ectoparasitos como forma de higiene. Essa pressuposição faz sentido e Gary Fry deve ter razão quanto a esse tipo de comportamento.

Ovos de cestoides (tenídeos) foram encontrados em coprólitos de Danger Cave, Hogup Cave, Glen Canyon e Antelope Cave. A espécie exata de tenídeo ainda não foi determinada. Atualmente os humanos são comumente infectados por duas espécies, *Taenia solium* do suínos e *Taenia saginata* de bovinos. Essas espécies de tenídeos estavam certamente ausentes na pré-história do Novo Mundo, pois seus hospedeiros intermediários são nativos do Velho Mundo e, além disso, a morfologia dos ovos encontrados não corresponde a elas. Há outra espécie de tenídeo que pode infectar humanos, embora seja mais comumente encontrada em cães. Chama-se *Dipylidium caninum*, e seus hospedeiros intermediários são pulgas e piolhos. Portanto, se uma pessoa ingere pulgas de cães (*Ctenophalides canis*), é possível que se infecte por esse parasito. Uma vez que há evidências de que os povos pré-históricos comiam, de fato, pulgas e piolhos, suspeitamos que os ovos de tenídeos encontrados em coprólitos humanos fossem ovos de *Dipylidium caninum*.

UMA VISÃO GERAL DA PALEOPARASITOLOGIA DO SUDOESTE PRÉ-HISTÓRICO

Os estudos patoecológicos no sudoeste norte-americano tiveram como objetivo, em sua origem, aperfeiçoar a compreensão da relação entre a evolução cultural humana e a evolução do parasitismo. A questão central relacionava-se à diferença do parasitismo entre caçadores-coletores, agricultores primitivos e agricultores mais desenvolvidos. Para os estudos no oeste norte-americano, os dados são robustos o suficiente para que se possa supor algumas generalidades. Primeiro, o parasitismo por helmintos intestinais era um evento raro nos caçadores-coletores. De fato, em 150 coprólitos do período arcaico de Colorado Plateau, nenhum tinha evidência convincente de infecção. De cerca de duzentos coprólitos do deserto de Chihuahua, no Texas, somente um foi positivo para ovos de *Enterobius vermicularis*. Isso indica que, para os caçadores-coletores, hábitos de subsistência regionais específicos facilitavam ou diminuíam oportunidades para as zoonoses.

O sítio de agricultores mais antigo, Turkey Pen Ruin, tinha uma das prevalências mais altas de infecção por *Enterobius vermicularis*. Cerca de 29% dos coprólitos foram positivos para ovos desse parasito, presentes também em quase todos os sítios horticultores subsequentes em Pueblos Ancestrais. De maneira geral, então, uma conclusão que se pode tirar é que o parasitismo humano específico, o qual era raro no período de caçadores-coletores e ausente na região dos Pueblos Ancestrais, tornou-se um problema importante para os horticultores. No tempo evolutivo, isso ocorreu muito rapidamente, e os dados da paleoparasitologia podem contribuir para os novos estudos sobre o tema.

Alguns Pueblos Ancestrais desenvolveram métodos mais complexos para a produção de alimentos e a construção de moradias no estilo de apartamentos. Isso ocorreu em Chaco Canyon. A infecção por ancilostomídeos e *Strongyloides stercoralis* emergiu como problema de saúde para esses agricultores, e esses parasitos disseminaram-se para sítios mais distantes, como Antelope House. Assim, os dados em coprólitos sugerem que cada estágio de avanço na produção agrícola trouxe novas espécies de parasitos para as populações humanas. Esse aumento no espectro de parasitos incluiu algumas poucas espécies zoonóticas e mais espécies que se tornaram adaptadas à espécie humana, por nela se especiarem.

RECONSTITUINDO O PADRÃO NO NORTE DO MÉXICO

Esse parece ter sido também o padrão no norte mexicano. A análise de 32 coprólitos de caçadores-coletores de Frightful Cave, Coahuila, México, resultou em um único positivo para ovos de trematódeo. Nenhum outro continha ovos de parasitos. Em contraste, as análises em curso de coprólitos de agricultores da Cueva de los Chiquitos Muertos mostraram ovos de *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos. Há também possíveis evidências de infecção por himenolepídeos e trematódeos de origem zoonótica. Os himenolepídeos podem ser falsos parasitos. O padrão de zoonoses em caçadores-coletores que aconteceram por infecções de parasitos específicos em agricultores repete-se na região árida do norte do México.

IMPACTO COLONIAL NO PARASITISMO DO NOVO MUNDO

Desde o início da paleoparasitologia nas Américas, os pesquisadores formularam perguntas sobre o efeito da colonização europeia sobre a saúde. Essa é uma questão patoecológica em escala global. Entre os parasitologistas, no início do século XX, o consenso geral era de que a maioria, senão todas, das espécies de parasitos chegaram às Américas depois de 1942. Havia o consenso de que as Américas, antes da descoberta por europeus, estaria livre de parasitos prevalentes no Velho Mundo.

Isso mudou na última parte do século XX, quando as análises de coprólitos pré-históricos mostraram que os helmintos e protozoários mais comuns em humanos chegaram às Américas milênios antes de Colombo. Assim também, zoonoses endêmicas infectavam populações indígenas pré-históricas.

A pergunta mudou para "O que aconteceu com o espectro de infecções parasitárias durante a ocupação colonial?". A pesquisa permanente em coprólitos pré-históricos mostrou que parasitos transmitidos pelas fezes eram relativamente raros na América pré-histórica. Em contraste, os estudos extensivos em latrinas do período medieval e da Renascença europeia, feitos por muitos autores, mostraram que as parasitoses transmitidas por via fecal eram um aspecto inevitável da patoecologia na Europa. A resposta à questão colocada acima aguardava exames de sedimentos da América colonial.

Nos anos 90 fizeram-se diversas análises em sítios coloniais, as quais incluíram latrinas dos anos 1620 a 1673 na Terra Nova (Horne & Tuck, 1996); latrinas de madeira (em forma de barril) do sítio Meadows, uma colônia sueca na Filadélfia (ver abaixo); sedimentos de superfície de meados de 1600 da colônia alemã em Albany, Nova York (ver adiante); latrinas de 1720 em Colonial Williamsburg (Reinhard, 1990). Os pesquisadores se concentraram na recuperação e quantificação de ovos de geo-helmintos com ciclo direto oral-anal. Geo-helmintos são parasitos que produzem ovos e larvas que, eliminados, contaminam o solo e se transmitem ao solo, e precisam de dias a semanas para atingir o estágio infectante. Dois dos geo-helmintos de interesse particular são *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides*. Os adultos maduros de *Trichuris trichiura* são vermes pequenos e com forma de chicote; mergulham sua extremidade mais fina na mucosa intestinal e deixam a parte posterior projetada no lúmen intestinal. Em contraste, adultos de *Ascaris lumbricoides* atingem de 20 a 40 cm de comprimento e cerca de 1,5 cm de diâmetro. Vivem no lúmen intestinal e mantêm-se em seu lugar contra o movimento do peristaltismo intestinal por conta dos movimentos de sua própria musculatura vigorosa.

O conjunto desses estudos mostrou a presença de parasitos transmitidos por via fecal-oral. *Ascaris lumbricoides*, cujos achados de ovos em material arqueológico são particularmente raros na América pré-histórica, estava presente em todas essas análises (ver capítulo sobre diagnóstico molecular em *Ascaris lumbricoides*). *Trichuris trichiura* também foi encontrado em todas as latrinas. Com se mostra na Tabela 1, essa associação patoecológica persiste em todas as

cidades coloniais e aldeias estudadas. Esses dados mostram que o período colonial trouxe o parasitismo transmitido pelas fezes como um problema de saúde pública, que persistiu por muitos anos depois da colonização inicial.

Tabela 1 – Sítios arqueológicos norte-americanos, concentração máxima de ovos de *Ascaris* e *Trichuris* por mililitro de sedimento descritos por autor

Sítio	Ascarídeo	Trichurídeo	Autor
Albany River Walk, New York	12.432	1.243	Reinhard **
Caltrans, California	3.374	3.552	Reinhard **
Colonial Williamsburg, Virginia	144	1.056	Reinhard **
Fayette, Michigan	*	*	Faulkner *et al.*, 2000
Five Points, New York	3.896	5.340	Reinhard **
Frederick Douglas, New York	512	73	Reinhard **
Gateway Mall, Pennsylvania	51.422	8.779	Reinhard **
Greenwich Village, New York	*	*	Reinhard **
Howard Street, New York	33.561	1.243	Reinhard **
Independence Mall 1, Pennsylvania	4.754	12.639	Reinhard **
Lincoln, Nebraska	0	0	Reinhard **
Meadows Site, Pennsylvania	6.700	4.800	Reinhard **
Pearl Street 1, New York	207	2.900	Reinhard **
Pearl Street 2, New York	12.153	6.145	Reinhard **
Picotte-Dec, New York	223.248	3.763	Reinhard **
Providence, Rhode Island	*	*	Reinhard, Mrozowsi & Herrmann, 1986a
Quackenbush Square, New York	38.947	829	Reinhard **
Queen Anne Square, Rhode Island	*	*	Reinhard **
Raritan Landing, New Jersey	8.997	18.112	Reinhard **
Ravensford, Carolina do Norte	400	100	Reinhard **
Rural Farms, Iowa	0	0	Reinhard **
Sleepy Hollow, New York	6.500	300	Reinhard **
SUFC Site, New York	310.999	12.181	Reinhard **
Troy, New York	746	497	Reinhard **
Tweed Courthouse, New York	118	335	Reinhard **
Wheeling Annex, Virginia	2.072	2.072	Reinhard **

* Ovos não quantificados.

** Novos dados.

CONTROLE DE INFECÇÕES PARASITÁRIAS

A emergência e controle das doenças parasitárias tem sido um tema central na paleoparasitologia histórica (Jones, 1985; Herrmann, 1986; Reinhard, 1994). Pode-se concluir que as espécies de geo-helmintos surgiram como problema de saúde pública nas condições urbanas entre a população mais pobre da Europa medieval (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003; Jones, 1985; Herrmann, 1986). Até os tempos coloniais, eles eram relativamente raros nas Américas. Entretanto, tornaram-se ubíquos, encontrando-se por toda parte nos sítios do período colonial e pós-colonial (Gonçalves, Araújo & Ferreira, 2003; Horne & Tuck, 1996; Reinhard, 1990, 1994, 2000; Reinhard *et al.*, 1986). A nova pergunta sobre a paleoparasitologia histórica relacionada aos geo-helmintos é: "Quando começaram a ser controlados?".

As análises de séries de sedimentos bem datados de sítios históricos oferece uma resposta a essa questão. Escavações recentes em New Brunswick, New Jersey, e em Albany, New York, proporcionaram tais contextos.

New Brunswick

New Brunswick representa muito bem o controle de doenças no período pós-colonial. A contagem de ovos de ascarídeo é mostrada na Tabela 2. Fica claro que durante o período de 1860 houve grande variação no parasitismo, mostrando controle domiciliar. Algumas famílias foram muito bem-sucedidas em controlar as verminoses e, portanto, tinham pouquíssimos ovos de helmintos por mililitro no sedimento das latrinas. Entretanto, em outras casas, a carga parasitária devia ser intensa e dezenas de milhares de ovos por mililitro de sedimento foram encontrados nas latrinas. Em humanos, vários fatores domésticos influenciam o grau de parasitismo (Herrmann & Schultz, 1986). As condições demográficas no ambiente doméstico são muito importantes. Algumas espécies de helmintos, especialmente aquelas com ciclo de vida direto, tendem a infectar mais as crianças do que adultos, como *Enterobius vermicularis*, por exemplo. Portanto, os lares com maior número de crianças pequenas tinham maiores níveis de parasitismo do que outros com poucas crianças pequenas.

As condições financeiras também têm importante papel no parasitismo característico de cada residência. As razões são óbvias: onde se pode comprar medicamentos e pagar por cuidados médicos há maior chance de controlar o parasitismo. Outros fatores são mais sutis. Por exemplo, Reinhard, Mrozowski e Herrmann (1986) mostraram que na classe de artesãos do período revolucionário em Providence, Rhode Island, havia pomares e fossas com latrinas abertas, ao passo que os comerciantes tinham privadas fechadas sem pomar. As latrinas abertas próximas ao pomar favoreciam a contaminação de plantas alimentícias com ovos de parasitos.

Aglomerações estão mais associadas às classes pobres. Uma vez que os ciclos diretos de doença são densidade-dependentes, as famílias pobres e numerosas são mais facilmente infectadas por parasitos de ciclo direto. A higiene é a consideração final. Naquelas casas onde havia instalações sanitárias e presumia-se a lavagem das mãos como hábito, o parasitismo era reduzido, de acordo com os vestígios encontrados.

Depois de 1860 parece que o parasitismo foi controlado na comunidade.

As cinco latrinas datadas do primeiro terço do século XIX tinham média de 13.920 ovos de ascarídeo por mililitro de sedimento de fezes. Cinco latrinas datadas do segundo terço do século tinham média de 10.620 ovos de ascarídeo por mililitro de sedimento fecal. Em contraste, no último terço do século havia média de 894 ovos de ascarídeo por mililitro de sedimento fecal.

Esses dados indicam que no último terço do século XIX, os helmintos parasitos transmitidos pelas fezes foram reduzidos. Isso implica controle em toda a comunidade. É bem possível que medidas sanitárias, tais como suprimento

de água limpa para a população, canalização e isolamento de despejos, e aumento da fiscalização para construção e manutenção de latrinas tenham ocorrido nesse período do século. Esse nível de controle comunitário, associado ao controle familiar preexistente, serviu para reduzir os parasitos transmitidas pelas fezes. Isso não significa que os vermes tenham sido eliminados, pois a trichuríase e a ascaríase ainda ocorrem hoje. Entretanto, foram reduzidas a um nível bem baixo, com pequena produção de doenças.

Tabela 2 – Contagem de ovos de helmintos nas fezes em New Brunswick, Estados Unidos, séculos XVIII-XIX, classificadas por data

Número da amostra	Camada	AD	*A. lumbricoides*	*T. trichiura*
7	3	1790	150	150
26	6	1805	28.950	3.100
29	3	1805	17.050	3.750
25	5	1823	13.300	4.800
9	2	1830	5.400	2.850
28	4	1830	4.900	750
19	4	1835	22.650	1.000
21	6	1849	1.000	150
17	5	1850	14.400	1.850
5	9	1853	9.050	350
14	2	1860	4.200	2.150
3	7	1870	2.800	650
20	4	1887	450	300
12	7	1890	325	25
10	4	1898	0	0

Albany

Os sedimentos de Albany foram retirados de contextos muito diferentes, que incluíram latrinas, canos de esgoto, ruas, quintais e poços (Tabelas 3 e 4). Portanto, pode-se ter uma ideia do nível geral da contaminação da cidade por ovos de parasitos. Sete anos de estudo em Albany resultaram no acúmulo de um conjunto de dados sequenciais e mais numerosos do que para qualquer outro sítio histórico. Os dados mostram que a infecção por geo-helmintos instalaram-se com a colonização, e parecem ter aumentado rapidamente com o crescimento da população. Na verdade, de 1700 aos primeiros anos 1800, há uma crescente concentração de ovos de parasitos nas latrinas. A concentração de ovos sofre um declínio abrupto depois de 1810, e depois de 1860 predominam as latrinas negativas para ovos de parasitos.

Os contextos sem latrinas (Tabela 3) explicam essa tendência. O refugo da superfície dos sítios foi negativo para ovos de parasitos durante os anos de 1600 a 1700. Nove em 21 contextos sem latrina e mais da metade de contextos de superfície foram positivos para ovos de parasitos. Isso mostra que as fezes infectadas eram misturadas ao lixo

nessas áreas. Uma das concentrações maiores foi obtida em uma rua dos anos 1740–1760, sugerindo contaminação das vias públicas por fezes.

A partir de 1800, canos de esgoto, bueiros e galerias foram construídos na cidade. Ovos de parasitos continuaram a ser encontrados nessas estruturas, mas isso assinala um forma bem-sucedida de retirar os dejetos para longe da população.

De maneira geral, com o tempo, a concentração de ovos nas latrinas declina em Albany (Tabela 3). Para *Ascaris lumbricoides* a concentração média de ovos durante a última metade do século XVIII foi de 51.460 ovos por mililitro de sedimento de latrinas, declinando para 7.890 na primeira metade do século XIX, e para 3.979 na última metade do século XIX. Igualmente para *Trichuris trichiura* a concentração média do ovos na última metade do século XVIII foi de 2.492 ovos por mililitro de sedimento das latrinas, declinando para 399 na primeira metade do século XIX e para 185 na metade final do mesmo século.

Tabela 3 – Concentração de ovos de helmintos em latrinas, Albany, Estados Unidos, séc. XVIII-XIX

Sítio	Denominação	Data	*A. lumbricoides*	*T. trichiura*
Picotte-DEC	7/42 privada	1740	0	0
Norte de Pearl Street	Privada na superfície	1740–1760	12.153	6.145
Picotte-DEC	4/112 privada	1760	62.710	2.508
State Univ. Const.	Privada na superfície	1760	2.019	621
Ponte de pedestres	Por baixo da paliçada	1760s	1,249	0
Igreja Luterana Lot	3	1770–1790	266	444
Igreja Luterana Lot	1	1780–1790	207	2.900
Picotte-DEC	5/126 privada	1785	223.248	3.763
Picotte-DEC	1/96 privada	1790	89.675	3.763
Picotte-DEC	6/148 privada	1800	1.254	314
State Univ. Const. 1/20	Privada revestida de pedra	1800	4.972	104
State Univ. Const. 5/9	Poço reutilizado como privada	1800	310.999	12.181
State Univ. Const. 7/38	Barril usado como privada	1800	5.150	1.598
116 Sheridan	Privada, barril	1800	6.550	550
Court of Appeals 13	Fossa sem revestimento	1800–1830	0	0
Court of Appeals 15	Privada revestida de madeira	1800–1830	0	0
State Univ. Const. 3	Privada revestida de pedra	*ca.* 1810	25.199	678
116 Sheridan	Privada, com abóboda de madeira	*ca.* 1820–1840	5.250	700
Court of Appeals 14	Fossa sem revestimento	1825	497	
40 Howard Street	2	1830	1.709	444

Tabela 3 – Concentração de ovos de helmintos em latrinas, Albany, Estados Unidos, séc. XVIII-XIX (continuação)

Sítio	Denominação	Data	*A. lumbricoides*	*T. trichiura*
40 Howard Street	3	1830	11.311	1.119
40 Howard Street	6	1830	249	0
40 Howard Street	8	1830	124	62
Picotte-DEC	3/113 privada	1830	251	0
Quackenbush Square	Privada, barril	*ca.* 1830	31.607	829
40 Howard Street	5	1840	33.561	1.243
112 &114 Sheridan	Privada, abóbada de madeira	*ca.* 1840–1860	100	50
40 Howard Street	10	1850	13.851	888
Picotte-DEC	2/108 privada	1850	1.505	250
Picotte-DEC	12/147 privada	*ca.* 1850	1.026	114
116 Sheridan	Privada, abóbada de madeira	*ca.* 1850–1890	2.750	200
Picotte-DEC	11/97 privada	1855	60.202	2.090
Picotte-DEC	9/40 privada	1860	448	0
Picotte-DEC	10/122 privada	*ca.* 1860	228	0
State Univ. Const. 6/31	Privada grande, forro de madeira	*ca.* 1860	2.260	0
Troy	69	1864	39	0
112 Sheridan	Privada revestida de concreto	*ca.* 1870–1890	0	0
114 Sheridan	Privada, revestimento de madeira	*ca.* 1870–1890	0	0
114 Sheridan	Privada, revestimento de madeira	*ca.* 1870–1890	0	0
Troy	34	*ca.* 1870–1890	0	0
Troy	38	*ca.* 1870–1890	207	41
Quackenbush Square	Privada, revestimento de madeira	*ca.* 1880	179	0
Troy	77	1881	249	99
Troy	89	1885	249	497
Troy	71	1895	97	129
Troy	87	1896	0	0
Troy	74	1903	746	99

Tabela 4 – Concentração de ovos de helmintos em sedimentos sem latrinas. Albany, Estados Unidos, séc. XVII-XIX

Contexto	Data	*A. lumbricoides*	*T. trichiura*
Superfície, tijolos	*ca.* 1600	0	0
Superfície, tijolos	*ca.* 1600	0	0
Quintal	*ca.* 1600	37	0
Refugo de superfície próximo à residência	1640–1700	60	0
Refugo de superfície próximo à residência	1640–1700	10	1
Refugo de superfície próximo à residência	1640–1700	0	0
Refugo de superfície próximo à residência	1650–1670	0	0
Rua, abaixo da superfície	1740–1760	12.153	6.145
Destilaria, abaixo do tonel	1750–1800	0	0
Destilaria, sedimento do tonel	1750–1800	0	0
Superfície, paliçada desfeita	*ca.* 1750	113	0
Superfície, próximo à paliçada	1760	2.019	621
Enterramento de cão, área pélvica	1760	1.065	355
Superfície, paliçada desfeita	*ca.* 1760	1.249	0
Superfície do solo 2	1780	0	0
Superfície do solo 3	1780	0	0
Superfície ao longo do cais	*ca.* 1780	219	0
Limpeza de esgoto de madeira	*ca.* 1780	75	0
Galeria de pedra	*ca.* 1790	70	0
Superfície, paliçada demolida	*ca.* 1790	0	0
Esgoto de pedra	1800	0	0
Esgoto de pedra	1805	14.918	1.243
Superfície do solo 1	1820	155	0
Bueiro de madeira	*ca.* 1820	5	0
Bueiro	1830	124	62

MIGRAÇÕES E DISSEMINAÇÃO DE PARASITOS EXÓTICOS

Os dados em Albany e New Brunswick mostram que os nematoides mais comuns persistiram na América pré-colonial até a última parte do século XIX, quando foram controlados em grande escala. Outros parasitos exóticos foram introduzidos, mas pela ausência de hospedeiros intermediários não puderam se estabelecer na América do Norte. Um deles foi o trematódeo da China, *Clonorchis sinensis*, encontrado em privadas do período histórico na Califórnia.

A seguir, apresenta-se um resumo dos dados em uma propriedade chinesa em San Berardino, Califórnia. Há evidências de introdução transcontinental de *Clonorchis sinensis* por migrações no período colonial. Esse estudo confirma um anterior, um relatório não publicado, feito por H. J. Hall (com. pess.) na comunidade chinesa de Sacramento, Califórnia.

Os chineses mudaram-se para San Bernardino em 1867 (Costello & Hallaran, 2004). Por volta de 1880, a população chinesa local contava cerca de 150 pessoas. Inicialmente viviam em diversos lugares pela cidade de San Bernardino. Cultivavam, operavam lavanderias, trabalhavam em restaurantes e hotéis e se empregavam no serviço doméstico e como trabalhadores em fazendas. Em 1878 o governo proibiu lavanderias dentro dos limites da cidade, e assim o quarteirão chinês foi criado. Na virada do século XX, cerca de seiscentos chineses viviam em Chinatown. Chinatown era virtualmente masculina. Compunha-se de lojas, pensões, salões de jogos, um templo, empreiteiras e outros estabelecimentos. Em relação à modernização e saneamento, Chinatown teve eletricidade em 1893 e água encanada em 1900. Os dejetos humanos eram despejados em latrinas construídas nos quintais.

Três latrinas, artificialmente tampadas, foram descobertas durante as escavações, localizadas em uma propriedade adquirida por Wong Nim em 1900. Wong Nim nasceu em Alameda County, Califórnia, e mudou-se para San Bernardino por volta de 1875. Foi bem-sucedido. Primeiro trabalhou em uma lavanderia, mas depois abriu um mercado e atuava como contratador de trabalhadores. Chegou a construir um templo. Wong viveu na esquina da Third Street com B Street até sua morte, aos 89 anos, em 1941. Nesse período, recebeu o título honorário de Prefeito de Chinatown.

Quando o Estado comprou a propriedade de Wong Nim em 1943, todos os prédios remanescentes de sua propriedade foram demolidos. Pelo menos uma latrina, de número 1.035, estava cheia de entulho proveniente dos prédios abandonados. As privadas eram usadas pelas pessoas que construíam as residências e lojas na propriedade original de Wong. Entretanto, a casa de Wong, sua loja e o templo localizavam-se a meio quarteirão de distância das latrinas.

Foi muito interessante o achado dos delicados e frágeis ovos de *Clonorchis sinensis*. Essa descoberta mostrou que imigrantes chineses trouxeram com eles pelo menos uma espécie de parasito da Ásia. A latrina 1.035 continha 710 ovos de *Clonorchis sinensis* por mililitro de sedimento, e a de número 1.056 continha 533 ovos por mililitro.

Três latrinas foram usadas em épocas diferentes pela mesma comunidade chinesa. É notável que os sedimentos mais antigos (1880–1900) e os mais recentes (1910–1941) foram positivos para ovos de parasitos, mas o sedimento do período de 1900 a 1910 foi negativo para parasitos. *Clonorchis sinensis*, assim como outros trematódeos, tem múltiplos hospedeiros, incluindo peixes e moluscos. Esses hospedeiros intermediários têm papel importante no ciclo de vida do parasito. O parasito tem sua reprodução sexuada nos moluscos. Assim, o número de parasitos produzidos por um único ovo amplifica-se no estágio no molusco. O peixe é importante para transmissão do parasito a humanos. O hospedeiro definitivo é o animal parasitado pelos estágios sexualmente ativos do parasito. Se o parasito sobrevive ao preparo culinário do peixe, chega finalmente ao fígado do hospedeiro definitivo e vive aí por muitos anos, copulando e eliminando ovos. Os ovos passam pelo duto biliar para o trato digestivo, e então são eliminados com as fezes no ambiente.

Entretanto, a introdução desse parasito na Califórnia levou a um beco sem saída. O molusco hospedeiro intermediário, ao qual está adaptado na Ásia, é ausente nas Américas. A identificação arqueológica dos ovos de parasitos em

latrinas, datadas do final do século XIX ao início do século XX, mostra que o parasito foi possivelmente introduzido por imigrantes durante esse período, que provavelmente conviveram muitos anos com seus parasitos. Se a infecção for leve, os hospedeiros humanos não têm sintomas, ou têm leve desconforto intestinal, ou ainda dor abdominal fraca. Com infecção maciça, podem sofrer de dor abdominal pronunciada, diarreia, icterícia, hepatomegalia e esteatose hepática, e anorexia. Em casos crônicos, a infecção pode causar câncer hepático. Não se conhece nenhum medicamento tradicional chinês para essa infecção. Entretanto, encontraram-se muitos vidros de remédios nas latrinas chinesas (Reinhardt *et al*., 2008), que podem estar relacionados aos sintomas de doença parasitária.

A Ásia é berço de muitos parasitos que não existem no Novo Mundo, mesmo depois da colonização europeia. Esses parasitos incluem *Clonorchis sinensis*, *Fasciolopsis buski*, *Paragonimus westermani*, *Schistosoma japonicum*, entre outros. Esses parasitos estavam presentes na Ásia em tempos antigos, como indicado pelos achados da paleoparasitologia na Coreia, China e Japão. Infectavam muitas pessoas, e sem dúvida alguns imigrantes chegaram às Américas durante o período colonial com esses parasitos. Por essa razão, as análises de sedimentos de latrinas de San Bernardino em Chinatown são particularmente importantes para se mostrar a introdução transcontinental de parasitos na América do Norte. Para esses parasitos chineses, foi um beco sem saída.

ONDE ENCONTRAR OVOS DE PARASITOS EM SÍTIOS HISTÓRICOS

Os estudos de Albany mostraram que qualquer área em um sítio histórico pode conter ovos de parasitos. Para um estudo patoecológico ideal, muitas amostras devem ser colhidas para se identificar os locais de maior chance "*hotspots*" de transmissão. Em Albany, as ruas e a superfície do lixo foram esses locais, assim como o esgoto que levava os dejetos para o rio. Estudou-se o modo como os ovos de parasitos estavam distribuídos estratigraficamente no sedimento nas análises de latrinas da Filadélfia e identificaram-se esses locais.

Fez-se a análise parasitológica de 35 amostras de sedimentos guardadas em acervo, escavadas em sítios históricos da Filadélfia. As análises tinham vários objetivos. Primeiro, acessar material de procedência diversa e estudar a abundância de ovos de parasitos para determinar a prevalência de ovos de parasitos nos sedimentos de sítios arqueológicos. Em segundo lugar, estudar o modo como os ovos de parasitos se distribuem verticalmente nas estruturas arqueológicas, o que foi possibilitado pelo fato de várias amostras serem estratigraficamente controladas. Terceiro, avaliar amostras em relação à recuperação dos ovos de parasitos, o que era favorecido pela presença destas no interior de vasos.

Um resultado interessante foi que a concentração de ovos de duas espécies de parasitos nem sempre esteve correlacionada. À medida que a concentração de ovos declina em direção ao centro para uma espécie, as concentrações declinam para as outras. Isso pode ser explicado pelo tratamento relativamente fácil de *Ascaris lumbricoides*, que vive no lúmen intestinal, ao contrário de *Trichuris trichiura*, que mergulha na mucosa do intestino. Há mais medicamentos efetivos para helmintos que vivem no lúmen intestinal, especialmente *Ascaris lumbricoides*, que é facilmente notado. As pessoas, com certeza, dão-se conta facilmente da infecção por ascarídeos ao eliminarem vermes vivos de mais de 20 cm de comprimento. Portanto, o declínio do número de ovos de áscaris pode ser facilmente explicado por uso de medicamentos. Outro fator a se considerar é a produção de ovos. As fêmeas de *Ascaris lumbricoides* põem cerca de duzentos mil a 240.000 ovos por dia, ao passo que as fêmeas de *Trichuris trichiura* põem cerca de vinte mil ovos por dia.

Portanto, mesmo a postura de uma só fêmea de áscaris resulta em uma queda dramática no número de ovos de áscaris em relação aos de *Trichuris trichiura*. Portanto, os dados sugerem que as camadas, níveis e salas com baixas contagens de ovos de áscaris representam pessoas que tinham acesso a vermífugos.

Essa análise trouxe a primeira oportunidade para se avaliar o conteúdo de recipientes sanitários para ovos de parasitos. Encontraram-se frascos em meio ao sedimento variando do tamanho de um pequeno vidro ao de uma garrafa de 600 ml. Um dos frascos continha três ovos de *Ascaris lumbricoides* e 3.300 de *Trichuris trichiura*. Essas estão entre as maiores concentrações de ovos. Outro continha 150 ovos de *Ascaris lumbricoides* e quatrocentos de *Trichuris trichiura*, valores relativamente baixos nessa área de escavação. Um outro continha 1.350 ovos de *Ascaris lumbricoides* e 3.400 de *Trichuris trichiura*. Essas concentrações são muito interessantes, porque os sedimentos do mesmo nível estratigráfico continham apenas 550 ovos de *Ascaris lumbricoides* e novecentos de *Trichuris trichiura* por mililitro.

Essas três amostras de recipientes sugerem que a amostragem de sedimentos de dentro de recipientes de cerâmica ou vidro proporciona um bom dado arqueológico, especialmente no caso daqueles com aberturas estreitas, como jarros e garrafas. Aparentemente, nas garrafas de vidro o sedimento no interior retinha grande concentração de parasitos, talvez porque o sedimento no exterior à garrafa tenha sido alterado por processos de deposição posteriores que removeram ou destruíram os ovos. Porém, os ovos que penetraram na garrafa misturaram-se com seu conteúdo original e ficaram retidos em uma matriz orgânica escura, acabando por se conservarem nesse meio.

A distribuição estratigráfica dos ovos foi primeiramente discutida por Reinhard, Mrozowski e Herrmann (1986) e Reinhard e colaboradores (1986). Nesses estudos, especialmente no último, descobriu-se que a distribuição vertical dos ovos de parasitos estava altamente concentrada nos níveis superiores e inferiores das latrinas. Isso decorre em parte do fato de que a deposição de fezes infectadas supersatura as áreas fechadas com os ovos de parasitos. Essa supersaturação torna-se cada vez maior quando o sedimento de latrinas se decompõe e se comprime na fase posterior à deposição de fezes durante a formação do sítio arqueológico. Entretanto, há poucas oportunidades de se examinar a distribuição de ovos de parasitos porque os arqueólogos costumam mandar amostras de fezes colhidas em depósitos sem controle de amostras tiradas de cima e abaixo dos depósitos. Portanto, esse projeto proporcionou a oportunidade de ver a distribuição dos ovos de parasitos em associação estratigráfica.

Encontrou-se uma distribuição de ovos em outra área cuja concentração total de ovos é maior no estrato mais alto (29.250 ovos/ml), diminuindo no estrato inferior seguinte (26.334 ovos/ml), e menor ainda no fundo da estrutura (2.750 ovos/ml).

Em outro cômodo houve concentração total de ovos com padrão inverso ao da anterior, na qual os ovos concentram-se nos níveis inferiores. Não se encontraram ovos no nível superior, e encontraram-se 5.375 ovos/ml no nível inferior.

Para outro cômodo, os dados são muito interessantes por causa da profundidade da estrutura. Há, geralmente, uma congruência de concentração de ovos para as duas espécies de parasitos. A concentração máxima está no topo da estrutura. Entretanto, há um pico na concentração de ovos no nível inferior. Se isso representa depósito secundário de ovos no nível inferior em uma pós-ocupação do sítio, processo de formação do sítio arqueológico ou uso efetivo mais tardio da estrutura da latrina, não se sabe.

Em geral, a distribuição geográfica dos ovos segue as observações previamente publicadas nas quais os ovos se concentram em áreas bem definidas. É importante que os arqueólogos coletem amostras a cada 10 cm de uma coluna estratigráfica dentro das latrinas. É também importante coletar amostras de fontes de água usadas pela comunidade, tubulação doméstica e comunitária, de quintais e ruas.

Com esses cuidados, as possibilidades de se ter um quadro nosológico das infecções parasitárias de forma diferenciada e mais próximo do real, em diversos momentos do passado, tornam-se mais plausíveis e melhor fundamentadas em bases observacionais. Aos poucos se constrói esse quadro, cada vez mais sólido e claro por conta dos registros de parasitos em material arqueológico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

BEHNKE, J. M. *et al*. The epidemiology of human hookworm infections in the southern region of Mali. *Tropical Medicine and International Health*, 5: 343-354, 2000.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & LE BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitological research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-101, 2003.

CALLEN, E. O. & CAMERON, T. W. M. A prehistoric diet revealed in coprolites. *New Scientist*, 7: 35-40, 1960.

COSTELLO, J. G. & HALLARAN, K. *The Luck of Third Street: historical archaeology data recovery report for the Caltrans District 8 San Bernardino Headquarters Demolition Project: preliminary final*. San Bernardino: California Department of Transportation District 8, 2004.

CROMPTON, D. W. & WHITEHEAD, R. R. Hookworm infections and human iron metabolism: review. *Parasitology*, 107, supl.: S137-S145, 1993.

CUMMINGS, L. S. Anasazi Diet: variety in the hoy house and the lion house coprolite record and nutritional analysis. *In:* SOBOLIK, K. D. *Paleonutrition: the diet and health of prehistoric Americans*. Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, 1994. (Occasional Paper n. 22)

FAULKNER, C. T. *et al*. Archeological evidence of parasitic infection from the 19th century company town of Fayette, Michigan. *The Journal of Parasitology*, 86(4): 846-849, 2000.

FRY, G. F. Analysis of prehistoric coprolites from Utah. *In*: JENNINGS, J. D. (Ed.). *University of Utah Anthropological Papers 97*. Salt Lake City: University of Utah Press, 1977.

FRY, G. F. Prehistoric diet and parasites in the desert west of North America. *In*: BROWMAN, D. (Ed.). *Early Native Americans*. The Hague: Mouton Press, 1980.

FRY, G. F. & HALL, H. J. Parasitological examination of prehistoric human coprolites from Utah. *Proceedings of Utah Academy of Science, Arts, and Letters*, 46: 102-105, 1969.

FRY, G. F. & MOORE, J. G. *Enterobius vermicularis*: 10,000-year-old human infection. *Science*, 166: 1.620, 1969.

GONCALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Human intestinal parasites in the past: new findings and a review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 103-118, 2003.

GUMERMAN, G. J.; WESTFALL, D. & WEED, C. S. *Archaeological Investigations on Black Mesa: the 1969-1970 seasons*. Prescott: Prescott College Press, 1972.

HALL, H. J. *Diet and Disease at Clyde's Cavern, Utah. M.A.*, 1972. Thesis, Salt Lake City: University of Utah.

HALL, H. J. A paleoescatological study of diet and disease at Dirty Shame Rockshelter, southwest Oregon. *Tebiwa*, 8: 1-15, 1977.

HEIZER, R. F. & NAPTON, L.K. (Eds.). *Archaeology and the Prehistoric Great Basin Lacrustrin Subsistence Regime as Seen from Lovelock Cave*. Nevada: University of California Archeological Research Facility, 1970. (Contributions 10)

HERRMANN, B. Parasitologische Untersuchung mittelalterlicher Kloaken. *In*: HERRMANN, B. (Ed.). *Mensch und Umwelt im Mittelalter*. Stutgart: Deutsche Verlag-Anstalt, 1986.

HERRMANN, B. & SCHULTZ, U. Parasitologische untersuchungen eines spatmittelalterlich-fruhneuzeitlichen kloakeninhaltes aus der Lubecker Fronerei. *Lubecker Schriften Archaologie Kulturgeschichte*, 12: 167-172, 1986.

HORNE, P. D. & TUCK, J. A. Archaeoparasitology at a 17th century colonial site in Newfoundland. *The Journal of Parasitology*, 82: 512-515, 1996.

HUGOT, J. P. *et al*. Human enterobiasis in evolution: origin, specificity and transmission. *Parasite*, 6(3): 201-208, 1999.

JOHNSON, K. L. *et al*. A tick from a prehistoric Arizona coprolite. *The Journal of Parasitology*, 94: 296-298, 2008.

JONES, A. K. G. Trichurid ova n archaeological deposits: their value as indicators of ancient feces. *In:* FIELLER, N. J. R.; GILBERTSON, D. D. & RALPH, N. G. A. (Eds.). *Paleobiological Investigations: research designs, methods and a data analysis*. Heslington: B.A.R., 1985. (Symposium of the Association for Environmental Archaeology, 5b)

LEMOS, J. C. & LIMA, S. C. A geografia médica e as doenças infectoparasitárias. *Caminhos da Geografia*, 3: 74-86, 2002.

LEROY-TOREN, S. & REINHARD, K.J. A current view of Ancestral Puebloan diet: starvation vs. dietary stability. *American Journal of Physical Anthropology*, *s*upl. 40: 141, 2004.

MACLEOD, C. L. Intestinal nematodes. *In*: MACLEOD, C. L. (Ed.). *Parasitic Diseases in Pregnancy and the Newborn*. Oxford: Oxford University Press, 1988.

MARTINSON, E. *et al*. Pathoecology of Chiribaya parasitism. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 195-205, 2003.

MINNIS, P. Prehistoric diet in the northern southwest: macroplant remains from Four Corners feces. *American Antiquity*, 54: 543-563, 1989.

MOORE, J. G.; FRY, G. F. & ENGLERT JR., E. Thorny-headed worm infection in North American prehistoric man. *Science*, 163: 1.324-1.325, 1969.

MORRIS, D. P. *Archaeological Investigations at Antelope House*. Washington: National Park Service, 1986.

PAVLOVSKY, E. N. *Natural Nidality of Transmissible Diseases*. Moscou: Peace Publishers, s.d.

REINHARD, K. J. Parasitism at Antelope House: a Puebloan village in Canyon de Chelly, Arizona. *In*: MERBS, C. F. & MILLER, R.J. (Eds.) *Health and Disease in the Prehistoric Southwest.* Tempe: Arizona State University, 1985. (Anthropological Research Papers, 34)

REINHARD, K. J. Cultural ecology of prehistoric parasitism on the Colorado Plateau as evidenced by coprology. *American Journal of Physical Anthropology*, 77: 355-366, 1988.

REINHARD, K. J. Archaeoparasitology in North America. *American Journal of Physical Anthtropology*, 82: 145-163, 1990.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J. Sanitation and parasitism at Harpers Ferry, Virginia. *Journal of Historic Archaeology*, 28: 62-67, 1994.

REINHARD, K. J. Parasite ecology of two Anasazi Villages. *In*: REITZ, E. J.; NEWSOM, L. A. & SCUDDER, S. J. *Case Studies in Environmental Archaeology*. New York: Plenum Press, 1996.

REINHARD, K. J. Coprolite analysis. *In*: ELLIS, L. (Ed.). *Archaeological Method and Theory: an encyclopedia*. New York: Garland Publishing, 2000.

REINHARD, K. J. Effects of parasitism on ancestral Pueblo maternal and infant health. *American Journal of Physical Anthropology*, 40, supl.: 179, 2004.

REINHARD, K. J. Parasite pathoecology of Chacoan great houses: the healthiest and wormiest ancestral Puebloans. *In*: REED, P. F. *Chaco's Northern Prodigies: Salmon, Aztec, and the ascendancy of the middle San Juan Region after AD 1100*. Salt Lake City: University Press, 2008a.

REINHARD, K. J Pathoecology of two ancestral Pueblo Villages. *In*: REITZ, E. J.; SCARRY, C. M. & SCUDDER, S. J. *Case Studies in Environmental Archaeology*. 2. ed. New York: Springer, 2008b.

REINHARD, K. J. & DANIELSON, D. R. Pervasiveness of phytoliths in prehistoric southwestern diet and implications for regional and temporal trends for dental microwear. *Journal of Archaeological Science*, 32: 981-988, 2005.

REINHARD, K. J.; AMBLER, J. R. & McGUFF, I. E. Diet and parasitism at Dust Devil Cave. *American Antiquity*, 50: 819-824, 1985.

REINHARD, K. J.; LEROY-TOREN, S. & DANIELSON, D. R. Salmon Ruins coprolites: San Juan diet. *In*: REED, P. F. (Ed.). *Thirty-Five Years of Archaeological Research at Salmon Ruins*. Tucson: Center for Desert Archaeology and Salmon Ruins Museum, 2006. v. 3.

REINHARD, K. J.; MROZOWSKI, S. A. & HERRMANN, B. Privies, pollen, parasites and seeds: a biological nexus in historic archaeology. *Masca Jornal*, 4: 31-36, 1986.

REINHARD, K. J. *et al*. Recovery of parasite remains from coprolites and latrine: aspects of paleoparasitological technique. *Homo*, 37: 217-239, 1986.

REINHARD, K. J. *et al*. Pollen concentration analysis of Salmon Ruins and Antelope House: documenting Anasazi dietary variation. *Journal of Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 237: 92-109, 2006.

REINHARD, K. J. *et al*. Chinese liver flukes in latrine sediments from Wong's Nim's property, San Bernardino, California: archaeoparasitology of the Caltrans district headquarters. *The Journal os Parasitology*, 94: 300-303, 2008.

SCHAD, G. A. *et al*. Arrested development in human hookworm infections: an adaptation to a seasonally unfavorable external environment. *Science*, 180: 502-504, 1973.

SUTTON, M. Q. & REINHARD, K. J. Cluster analysis of the coprolites from Antelope House: implications for Anasazi diet and cuisine. *Journal of Archeological Science*, 22: 741-750, 1995.

WILKE, J. P. & HALL, H. G. *Analysis of Ancient Feces: a discussion and annotated bibliography*. Berkely University of California, 1975. (Archaeological Research Facility, Department of Anthropology)

22

Os Achados na Europa

Françoise Bouchet • Matthieu Le Bailly

O INÍCIO DA PALEOPARASITOLOGIA NA EUROPA

Poucos parasitologistas se viram diante da oportunidade de estudar a vida de populações extintas por meio da descoberta das infecções parasitárias que nelas prevaleceram. Essa possibilidade foi concretizada quando surgiu a paleoparasiotologia e iniciou-se a busca por vestígios de parasitos em material arqueológico ou em outros remanescentes de antigas culturas.

Durante o período da 'egiptomania', que tanto fascinou a Europa em fins do século XIX e início do século XX, foram abundantes os trabalhos que trataram de doenças diagnosticadas nas múmias egípcias. Entre os trabalhos sobre doenças no antigo Egito destacaram-se os de sir Marc Armand Ruffer, inclusive com a descrição do primeiro achado de parasito em material arqueológico, ovos de *Schistosoma haematobium* em tecido renal de um corpo datado de 3200 anos a.C. (Ruffer, 1921, 1910).

Até a metade do século XX, poucos resultados foram acrescentados ao de Ruffer. Um exemplo é o artigo em que Szidat (1944) descreve os achados de ovos de *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* feitos nos corpos mumificados de um homem e de uma menina, encontrados em pântano, na Prússia, com datações de 600 a.C. a 500 d.C.

Talvez a clássica divisão entre ciências humanas e ciências médicas, corrente na Europa de então, tenha desencorajado a cooperação entre os cientistas de ambos os lados dessas grandes áreas (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003). Inicialmente, a colaboração entre parasitologistas e arqueologistas era esporádica. Estudos eram feitos quando se organizava alguma necropsia especial em corpo mumificado de museu e, talvez por conhecimento ou amizade, especialistas de diversas áreas se reuniam para completar o estudo em múmias ou em sedimentos de latrinas ou coprólitos (Bouchet *et al.*, 2003).

Apesar disso, a Europa tem uma longa tradição nos estudos de parasitos em material arqueológico. Corpos mumificados sempre se mostraram importante fonte de estudo e os campos de 'turfeiras', lugares pantanosos em que a acidez é muito alta e, por isso, mantêm excelentes condições para preservação de matéria orgânica, são importante fonte

de material. Neles encontraram-se diversos corpos mumificados, alguns muito bem preservados. Mas encontraram-se ovos de parasitos também em sedimentos de sítios arqueológicos, especialmente em regiões permanentemente úmidas ou mesmo alagadas da França e Suíça (Bouchet *et al*., 1996).

A seguir, apresentaremos uma revisão de parasitos encontrados em material arqueológico no Velho Mundo, traçando alguns comentários sobre cada um.

UMA REVISÃO DOS PRIMEIROS ACHADOS

Onze anos depois da publicação do artigo de Szidat (1944), começaram a surgir outros trabalhos. Taylor (1955) publicou interessantes resultados obtidos em material coletado em escavações na Inglaterra, onde os arqueólogos descobriram uma fossa usada na época da ocupação romana. Tratava-se de camadas de material fecal depositada por anos em local específico. Ao exame microscópico, encontrou ovos de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e *Dicrocoelium dendriticum*. O autor discute a presença de *Dicrocoelium dendriticum* em fezes humanas e conclui sobre a possível introdução deste parasito por escravos ou soldados vindos de outras regiões.

Outro achado sobre a presença da infecção por *Trichuris trichiura* veio da Holanda, a partir dos exames feitos em necropsia de um corpo oferecido em sacrifício no século III–IV (Helbaek, 1958).

Da Polônia veio o achado de ovos de *Fasciola hepatica* em amostras enviadas por arqueólogos que as identificaram como fezes preservadas por dessecação. As amostras datavam dos séculos XI–XIII. Pela forma e pelo conteúdo alimentar, Grzywinski (1960) conclui que os coprólitos examinados teriam outra origem que não hospedeiros humanos, possivelmente excretadas por roedores, porcos, cães e cavalos.

Jansen Jr. e Over (1962) descrevem em material arqueológico encontrado na Alemanha, datado de 100 a.C. a 500 d.C., ovos de *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Trichuris ovis* e *Trichuris globulosa*, *Fasciola hepatica*, *Taenia solium* ou *Taenia saginata*, *Diphyllobothrium latum*, *Toxocara canis* e *Oxiuris equi*. Concluem sobre a mistura de fezes humanas com as de outros animais, em um depósito comum.

Ainda na Alemanha, Specht (1963) obteve resultados positivos ao examinar a terra recolhida de uma fossa construída por romanos, datada entre 140 e 150 a.C. Encontra ovos de *Trichuris trichiura*, o que o leva à conclusão sobre a infecção dos soldados.

A presença de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* foi novamente assinalada em campo militar romano, na Alemanha (Jansen Jr. & Over, 1966). Esse trabalho foi apresentado durante o Primeiro Congresso Internacional de Parasitologia, em Roma, despertando a atenção dos especialistas para a potencialidade de encontro de parasitos em remanescentes arqueológicos.

Pike e Biddle (1966) e Pike (1967) fazem análises de achados de parasitos em material antigo, com base seja no encontro de formas parasitárias seja em lesões ósseas e teciduais sugestivas de parasitoses, em representações artísticas ou ritualísticas e no encontro, em sítios arqueológicos, de hospedeiros intermediários ou vetores de doenças parasitárias. Ovos de *Ascaris* sp., *Trichuris* sp. e *Dicrocoelium dendriticum* são encontrados pelos autores nos exames de coprólitos de Winchester, Inglaterra, com datações de 1.000 anos. Pike (1967) comenta ainda a técnica de flutuação em fosfato de zinco, usada por ele na análise de material proveniente de sedimentos de latrinas. O material foi preservado úmido, aparentemente desde que foi depositado nas latrinas, mas o autor recomenda também o uso da técnica de sedimentação espontânea, para não danificar os ovos.

Pike (1968) volta a se referir ao exame de coprólitos datados do período da ocupação romana na Inglaterra e encontra ovos de ascarídeos, tricurídeos ou capilarídeos, além de ovos de *Dicrocoelium dendriticum* e larvas rabditoides de nematoides.

Na Inglaterra, Gooch (1972) publica uma primeira revisão sobre todos os helmintos encontrados em material arqueológico até então.

Aspöck, Flamm e Picher (1973) referem ovos de *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* em coprólitos datados de 2.000 a 3.000 anos antes do presente (AP), pertencentes à cultura Hallstatt e provenientes de uma mina de sal nos Alpes austríacos. No ano seguinte, os autores constatam altos índices de infecção por *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* em uma população austríaca, cujos coprólitos, de datações igualmente entre 2.000 e 3.000 anos, mostraram um número elevado de ovos desses helmintos (Aspöck, Flamm & Picher, 1974).

Boersema e Jansen (1975) descrevem novamente a associação de *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura* em material fecal de duas fossas do século XIII e XIV na Holanda, o que já começa a chamar atenção dos cientistas. Essa associação tornou-se, anos mais tarde, assunto de pesquisa tanto no laboratório de paleoparasitologia na Universidade de Reims (Loreille *et al*., 2001; Loreille & Bouchet, 2003) como na Fiocruz (Leles *et al*., 2008).

Pike (1975) encontra ovos desses mesmos parasitos em excrementos do século XIII e início do século XIV em Southampton, Inglaterra, mas aventa a hipótese de esses coprólitos serem de origem suína, já que as amostras foram retiradas de quintais de casas da época, o que já evidenciava a necessidade de técnicas capazes de separar as espécies de parasitos por seus hospedeiros específicos.

Nansen e Jørgensen (1977) relatam o achado de ovos de *Fasciola hepatica*, *Ascaris* sp., *Taenia* sp. e *Trichuris* sp. em coprólitos dos séculos VIII e IX na Dinamarca, durante o período *viking*, mas não definem sua origem, se de humanos ou de outros animais.

Roever-Bonnet e colaboradores (1979) descreveram ovos de *Trichuris* sp. em depósito arqueológico datado de 5.400 anos, mas sem comentar sobre possível hospedeiro e sem registrar o tamanho dos ovos.

A década de 1980 foi particularmente produtiva para os estudos em paleoparasitologia na Europa. Na Inglaterra, Andrew Jones publica uma série de estudos sobre coprólitos e sedimentos de latrinas encontrados em sítios arqueológicos em York, e também relatos sobre o exame de um corpo mumificado encontrado em campo de turfa (Jones, 1982, 1983, 1985). Nesse período, Jones (1983) introduz o uso de ácido clorídrico para desagregar coprólitos mineralizados, com bons resultados no encontro de parasitos.

Greig (1981, 1982), examina sedimentos de latrinas medievais na Inglaterra, dos séculos XV e XVI, e encontra ovos de *Ascaris* sp. e *Trichuris* sp., assim como Moore (1981), ao examinar o sedimento de outras latrinas medievais na Inglaterra, datadas dos séculos X a XV, mostrando a continuidade da infecção por esses geo-helmintos.

Publicaram-se também artigos interessantes sobre lesões causadas por verminoses, especialmente a equinococose, em esqueletos e ossos esparsos encontrados em camadas arqueológicas (Ortner & Putschar, 1981; Weiss & Möller-Christensen, 1971).

Gooch (1983) faz uma ampla revisão comentada sobre o estudo de coprólitos, mostrando que a busca por parasitos, restos alimentares e outros elementos da dieta dos povos antigos poderia oferecer importantes informações sobre o passado. A paleoparasitologia começava a se consolidar em várias partes do mundo.

Na Alemanha, Herrmann (1986, 1987) publicou uma série de artigos com uma abordagem epidemiológica. Essas tentativas foram comentadas mais aprofundadamente por Reinhard e colaboradores (1987), em artigo de revisão

contendo uma análise dos métodos e técnicas da paleoparasitologia. Não se encontraram diferenças significativas na contagem de ovos de helmintos em latrinas cujo pH variava entre 5,8 e 9, mas tentou-se estabelecer qual a melhor técnica quantitativa para um estudo paleoepidemiológico. Herrmann (1986) comentou que nenhuma das técnicas de concentração de ovos de parasitos (flutuação em cloreto de sódio, fosfato de zinco ou método de Telemann – ou concentração em mercúrio, iodo, formol e éter) é realmente eficiente quando se trata de material arqueológico.

Legendre, Marie e Rieb (1986) examinaram sedimentos de latrinas medievais na França, datadas dos séculos XV a XVI, e encontraram ovos de *Ascaris* sp e *Trichuris* sp. No ano seguinte, Rouffignac (1987) publicou a revisão de achados de parasitos em material humano do período medieval europeu, incluindo, além da presença dos nematoides, a presença de *Fasciola* sp., *Dicrocoelium* sp. e *Diphyllobothrium* sp.

Jones, Hutchinson e Nicholson (1988) publicam interessante artigo em que discutem os achados de parasitos em material arqueológico humano e de cavalos, datados do período romano. Referem-se a depósitos onde não seria comum esperar a presença de vestígios arqueológicos e que, no caso, resultaram no encontro de ovos de parasitos. Jones e Nicholson (1988) voltam a comentar os ovos de *Ascaris* sp. e *Trichuris* sp. em material arqueológico na Inglaterra.

Bouchet e colaboradores (1989) publicam um primeiro estudo de parasitos em sedimentos e coprólitos de três estruturas fechadas na rua de Lutécia, Paris, encontrando ovos de *Ascaris* sp., *Trichuris* sp. e *Taenia* sp.

Bouchet (1991) publica um estudo paleoparasitológico em sedimento colhido de um canteiro de escavações arqueológicas em Beauvais (Oise), na Picardia, datado do período medieval, séculos XIII a XVII, onde encontra ovos de *Trichuris* sp., *Ascaris* sp., *Heterakis* sp. e *Capillaria* sp.

A década de 1990 viu crescer o interesse pela paleoparasitologia na Europa. Surgiram laboratórios especializados na França, como na Universidade de Reims (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003) e em Perpignan (Jouy-Avantin *et al.*, 1999). Deram-se novos achados e cresceram as parcerias entre os laboratórios de paleoparasitologia, não só pelo intercâmbio de pesquisadores e estudantes de pós-graduação como também durante a participação em congressos especializados. Há que se destacar ainda, nesse período, os artigos de Aspöck, Auer e Picher (1995, 1996) sobre encontro de parasitos intestinais (*Trichuris trichiura*) no corpo mumificado encontrado nos Alpes, conhecido como Ötzi, o Homem do Gelo.

Esses foram artigos pioneiros, que abriram os caminhos da paleoparasitologia na Europa. A seguir, uma pequena síntese, dividindo os achados de helmintos em platelmintos (os cestoides e trematódeos) e nematoides.

PLATELMINTOS

Trematódeos

Tanto ovos de Dicrocoeliidae como de Fasciolidae foram encontrados em sítios arqueológicos desde o Pleistoceno até os tempos históricos. As datas mais antigas para esses parasitos remontam há 550.000 anos, com ovos de *Dicrocoelium* sp. encontrados em sedimento de sítio arqueológico no sul da França, em Tautavel (Jouy-Avantin *et al.*, 1999). Os possíveis hospedeiros, ambos extintos, seriam uma espécie de hiena (*Crocuta spelaea*) ou de urso (*Ursus speleaeus* ou *Ursus ringeri*).

Esses achados trazem questões interessantes a serem respondidas em virtude de sua antiguidade e da extinção do hospedeiro, como foi discutido por Ferreira, Araújo e Duarte (1993) ao encontrarem larvas de nematoide em coprólitos

de hiena extinta na Itália, datados de 1,5 milhão de anos. A primeira é que os ciclos dos parasitos podem ter mudado ao longo do tempo, e a segunda é que os hospedeiros intermediários ou definitivos podem ter desaparecido, ocorrendo então sua substituição por novos hospedeiros. Seja como for, o encontro de parasitos em material tão antigo, muitas vezes completamente mineralizado, é muito raro, implicando enorme paciência e persistência do examinador.

Ovos de *Fasciola hepatica* e *Dicrocoelium* sp. foram encontrados em Arbon, datados de 3384–3370 anos a.C., assim como em Chalain, com datas de 3200–2900 anos a.C., ambos na França (Bouchet *et al.*, 1996; Dommelier-Espejo, 2001; Le Bailly, 2002). Esses ovos de trematódeos também foram encontrados nas minas de Hallstatt, na Áustria, em coprólitos datados de antes e durante a Idade do Bronze (Aspöck, Flamm & Picher, 1973, 1974; Aspöck & Auer, 1998), assim como no sítio subaquático de Gresine, na França (Le Bailly, 2001).

Durante o período galo-romano e a Idade Média, esses trematódeos estiveram presentes nas populações humanas e em seus animais domésticos. O material proveniente de sítios arqueológicos nas cidades francesas de Paris, Montbeliard, Reims e Bordéus mostraram igualmente a presença de ovos de *Fasciola hepatica* e *Dicrocoelium* sp. (Bouchet, 1993, 1994, 1995; Bouchet *et al.*, 1997; Bouchet, Bentrad & Paicheler, 1998).

Os antigos europeus eram hospedeiros para *Fasciola hepatica*, e por isso deviam comer saladas cruas com folhas como o agrião (*Nasturtium officinale*), chicória (*Cichorum intybus*), alface (*Valerianella olitoria*), dente-de-leão (*Taraxacum dens leonis*), entre outros vegetais. No livro de Guillaume de Villeneuve, escrito no ano de 1545, há a descrição dos vendedores ambulantes de agrião, em Paris, que gritavam "*Vey ci bon cresson Orlénois*" ("Aqui tem o bom agrião original de Orleans") (Pitrat & Foury, 2003).

A infecção por *Dicrocoelium* sp. é muito rara em humanos, mas comum em diversos outros hospedeiros, inclusive animais domésticos. Sua ocorrência em fezes humanos pode decorrer de falso parasitismo ou, mais raramente, de infecção verdadeira (Helmy & Al-Mathal, 2003; Rana *et al.*, 2007).

Quanto aos trematódeos, ovos de *Schistosoma haematobium* foram encontrados em múmias egípcias cobrindo um período de 3200 anos a.C. até 500 anos d.C. (Ruffer, 1910; Reyman, 1976; Deelder *et al.*, 1990; Miller *et al.*, 1992; Contis & David, 1996). O leste da África parece ter sido o centro de dispersão da esquistossomíase hematóbica, e daí a infecção dispersou-se para outras partes do mundo onde tanto o hospedeiro humano como seu hospedeiro intermediário existiam (Chamot & Amat-Roze, 1993). A emergência e dispersão da infecção por *Schistosoma haematobium* ao longo do Nilo foi descrita por Harter (2003), ao encontrar ovos do parasito em múmias datadas de 2400 anos a.C., de origem núbia. Como propôs Nozais (1987, 2003), a dispersão do parasito teria ocorrido gradualmente por caravanas nômades e tráfico escravo ao longo do Nilo, desde a pré-história no deserto do Saara.

Durante a Idade Média, indivíduos infectados por espécies de *Schistosoma* já eram encontrados na Europa, mostrando o deslocamento de pessoas com o parasito, mas sem evidências de que o ciclo tenha se estabelecido entre europeus. Ovos de *Schistosoma haematobium* foram encontrados em uma latrina, datada do século XV ou XVI, na França (Bouchet & Paicheler, 1995). Na mesma latrina, encontraram-se também ovos de *Schistosoma mansoni* (Bouchet *et al.*, 2002).

Vale discutir a presença dessas duas espécies de parasitos no mesmo contexto arqueológico. Tanto a esquistossomíase urogenital como a intestinal são consideradas como de origem africana e, pelos dados da paleoparasitologia, é possível que um europeu tenha retornado da África infectado pelos dois parasitos. Mas também é possível que um indivíduo de origem africana tenha sido trazido para a França e eliminado esses ovos. Era prática comum durante os séculos XV e XVI trazer africanos para a Europa para exibi-los em circos ou nos salões de baile da nobreza, e mesmo presos em gaiolas como animais (Gould, 1985).

Cestoides

As datações mais antigas de registro de ovos de *Taenia* em vestígios humanos na Europa remontam ao período Neolítico, provenientes de coprólitos do sítio arqueológico de Chalain, França, datados de 3200 a 2900 anos a.C. (Dommelier *et al.*, 1998). Ovos de *Taenia* sp. também foram encontrados nas minas de sal em Hallstatt, datados do final do Neolítico (Aspöck, Flamm & Picher, 1973).

Corpos mumificados de origem egípcia encontram-se em museus por todo o mundo e Horne e Lewin (1977) prepararam cortes histológicos do intestino de uma múmia egípcia no museu canadense de Ontário (Royal Ontarium Museum), encontrando ovos de *Taenia* sp., que também foram descritos por Harter (2003) em múmias núbias do atual Sudão, datadas de 2400 anos a.C. Esses achados abriram discussões sobre a introdução da infecção humana na Europa.

Observações interessantes foram feitas para o período histórico europeu, especialmente na França. Os ovos de *Taenia* sp. foram frequentemente encontrados nos vestígios arqueológicos recuperados de casas da nobreza, nas regiões do Louvre, Marly le Roi e Montbéliard (Bouchet, 1995; Bouchet & Paicheler, 1995; Bouchet, Bentrad & Paicheler, 1998). Naquele tempo, comer carne crua era hábito frequente entre os nobres. Em contraste, ovos de *Taenia* sp. não foram encontrados em vestígios provenientes das regiões rurais e pobres da França, onde o prato principal era sopa com raros pedaços de carne muito bem cozida.

Cestoides pseudofilídeos

Há registros do encontro de ovos de *Diphyllobothrium* sp., com datação desde os tempos neolíticos, nos sítios de Chalain e nas terras úmidas e alagadas de Concise e Arbon, na França (Dommelier-Espejo, 2001; Le Bailly, 2002). É um parasito de peixes de água doce, dos quais a larva transmite-se para carnívoros, onde se desenvolvem em adultos no intestino. Os ovos são eliminados com as fezes e, em contato com a água, são ingeridos por crustáceos ou peixes. Os humanos adquirem a infecção ao ingerir peixe cru ou mal cozido.

Na Alemanha e na França, foram registrados em coprólitos humanos ovos de *Diphyllobothrium* sp., provenientes do período galo-romano e Idade Média (Jansen Jr. & Over, 1962; Herrmann, 1987; Bouchet *et al.*, 2000). Novamente, somente nas latrinas das casas de pessoas mais abastadas encontraram-se esses parasitos, pois era costume a ingestão de carne bovina e de peixe, crua ou dessecada com sal, prática que não elimina as larvas do parasito.

NEMATOIDES

Ascaris lumbricoides

Ovos de *Ascaris*, extremamente abundantes nos sítios arqueológicos europeus, são indicadores de poluição fecal (Taylor, 1955; Pike, 1967; Greig, 1981, 1982; Bouchet, 1994, 1995; Bouchet & Paicheler, 1995). O número e a abundância de ovos permitem identificar diferentes graus de poluição fecal e podem ser usados para diferenciar remanescentes arqueológicos como latrinas, fossas, poços, silos, canais de esgoto, estábulos e outras estruturas (Bouchet, 1994; Fernandes *et al.*, 2005).

Ascaris lumbricoides é considerado um parasito presente em quase todos os estudos de paleoparasitologia nos sítios históricos. Porém, os achados na Europa não confirmam a hipótese da antiguidade desse parasito. Ovos de *Ascaris* sp. estão ausentes em vestígios orgânicos datados do Neolítico, tanto na Suíça como na França (Bouchet,

Harter & Le Bailly, 2003). Não se explica sua ausência. Mesmo na múmia Ötzi não se encontraram ovos desse parasito (Aspöck, Auer & Picher, 1996).

Os registros mais antigos para ovos de *Ascaris* lumbricoides em coprólitos humanos foram encontrados nas minas de sal de Hallstatt, datados da Idade do Ferro, cerca de 800 a 350 anos a.C. (Aspöck, Flamm & Picher, 1973), e de múmias da Prússia, de 600 anos a.C. (Szidat, 1944). Ovos de *Ascaris* lumbricoides foram vistos também em múmias egípcias do período Ptolomaico, de cerca de 170 anos a.C. (Cockburn *et al.*, 1975).

Ovos de *Ascaris* sp. foram encontrados em coprólitos do Pleistoceno, na gruta de Arcy-sur-Cure, na França, que foi habitada por neandertais. Porém, não se confirmou se esses ovos têm origem humana, de ursos ou de outros animais (Bouchet *et al.*, 1996). Há uma corrente de parasitologistas que propõe a origem do parasitismo por *Ascaris lumbricoides* na espécie humana após a domesticação do porco. Mas, o fato de se ter encontrado esse parasito em populações do Pleistoceno, período anterior à domesticação dos suínos, invalida o pressuposto de que a espécie encontrada em humanos originou-se de *Ascaris summ*. Por isso, esse achado na França reveste-se de importância. O material é extremamente precioso e, se confirmado de origem humana pelas técnicas de biologia molecular, trará interessantes respostas às questões levantadas sobre a origem da ascaridíase. Ensaios começaram a ser traçados em relação à espécie de *Ascaris* envolvida (Loreille *et al.*, 2001; Loreille & Bouchet, 2003; Leles *et al.*, 2008) para que o diagnóstico definitivo seja baseado na origem do vestígio arqueológico, se humano ou de outro animal.

Trichuris trichiura

Ovos bem preservados de *Trichuris* sp. foram encontrados nas regiões alagadas de Europa ocidental, alguns com o embrião bem preservado interiormente e outros preenchidos com cristais de pirita, o que comprova sua antiguidade (Bouchet, 1995). *Trichuris trichiura* foi também encontrado na múmia conhecida como Ötzi, encontrada em Hauslabjoch, nos Alpes, datada de 3200 anos a.C. (Aspöck, Auer & Picher, 1995, 1996).

A infecção conjunta por *Trichuris trichiura* e *Ascaris lumbricoides* é das mais comuns atualmente, na maior parte das regiões onde não há cuidados sanitários mínimos. Ambos os parasitos necessitam de fase de desenvolvimento no solo em condições de umidade e calor, sem o que não atingem a forma adulta. *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e contaminação fecal parecem ter sido indissociáveis. Isso também aconteceu nos tempos europeus históricos, mas não durante os períodos mais antigos.

Capillaridae

Ovos de *Capillaria* sp. foram encontrados abundantemente em três sítios arqueológicos do período Neolítico, de cerca de 10.000 anos, da região dos Alpes e do vale do Jura, na França (em Chalain, Arbon e Concise). Em 23 coprólitos humanos de Chalain, 21 foram positivos para ovos de *Capillaria* spp. (Bouchet, 1997; Bouchet *et al.*, 1997).

A membrana externa dos ovos variava bastante, e três espécies puderam ser identificadas parasitando humanos: *Capillaria aerophila*, *Capillaria hepatica* e *Capillaria philippensis*. As duas primeiras espécies têm ratos e camundongos como hospedeiros intermediários. Sabe-se que esses roedores foram introduzidos na Europa depois do Neolítico. Portanto, devem-se aprofundar pesquisas para se esclarecer a origem da infecção por esse parasito em períodos tão antigos.

Não é fácil explicar a participação da espécie humana no ciclo de espécies de *Capillaria*. Teriam sido hospedeiros definitivos, intermediários, falsos ou paratênicos no passado? No caso de heteroxenia obrigatória, o mesmo animal

poderia ter sido o hospedeiro definitivo se a larva fosse ingerida, ou hospedeiro intermediário, se houvesse a ingestão do ovo. Como sugerido por Combes (1995), é possível a mudança no ciclo de vida dos parasitos ao longo do tempo, com a aquisição de novos hospedeiros, especialmente quando se consideram períodos tão longos. O contexto do paleoambiente pode ter proporcionado outras possibilidades para os parasitos completarem seus ciclos biológicos. Devem-se mencionar as características de casca dos ovos de diferentes espécies *Capillaria* como elemento diagnóstico, de acordo com Fugassa e colaboradores (2008).

PROTOZOÁRIOS

Crescem as evidências paleoparasitológicas sobre a presença de protozoários intestinais no material arqueológico. Embora sejam facilmente destruídos, seus resquícios podem ser recuperados por técnicas imunológicas, como no caso da infecção por *Giardia duodenalis* e *Entamoeba histolytica* (Gonçalves *et al*., 2002, 2004; LeBailly *et al*., 2008).

PALEOPARASITOLOGIA E PATOCENOSE

A construção de um registro paleoparasitológico vem aos poucos sendo feita, apesar de, no passado, se ter acreditado que jamais se encontrariam fósseis de parasitos. Porém, quanto mais antigo o material, mais difícil o encontro de ovos, larvas e mesmo cistos bem preservados. O processo tafonômico exerce forte pressão sobre as formas parasitárias e perde-se grande quantidade delas ou sobram apenas elementos irreconhecíveis. Deve-se também considerar a extinção de espécies de parasitos ao longo do tempo, o que dificulta o diagnóstico. Porém, esses casos trazem a possibilidade de se estudar espécies extintas e compará-las com as atuais em estudos filogenéticos.

As aglomerações humanas parecem ter facilitado a preservação das formas parasitárias nos sítios arqueológicos. A transição epidemiológica durante a mudança de hábitos nômades de caça e coleta para a agricultura sedentária ocasionou muitas mudanças no quadro de doenças entre os grupos pré-históricos. Nos sítios neolíticos, o efeito da aglomeração e da presença de animais domésticos contribuiu para mudanças na fauna parasitária humana. As antropozoonoses surgiram e se estabeleceram, circulando em humanos e em seus animais domésticos (Bouchet, Harter & Le Bailly, 2003).

Com referência à preservação de ovos e larvas de helmintos, é importante ressaltar as condições excepcionais encontradas em ambientes úmidos ou alagados. Os sítios arqueológicos europeus próximos a coleções de água, ou mesmo submersos, mostraram a melhor preservação de ovos. São os sítios mais procurados por malacologistas, arqueozoologistas, palinologistas, entre outros especialistas, e agora os paleoparasitologistas, em busca de vestígios orgânicos bem preservados.

O período histórico europeu parece ter sido escrito em um pergaminho feito de ovos de *Ascaris* sp. e *Trichuris* sp. A cronoestratigrafia bem conhecida dos sítios arqueológicos da Europa permitiu interpretações sobre as condições sanitárias e os hábitos higiênicos de agrupamentos humanos muito bem estudados. Hábitos alimentares de pessoas pobres e ricas, vivendo tanto no campo como nas cidades, mostraram grandes contrastes, influenciando a preservação e o encontro de parasitos.

Há também parasitos não necessariamente associados a humanos, mas que podem tê-los infectado no passado. Ovos de algumas espécies, como *Metastrongylus* sp., *Passalurus* sp., *Paramphistomum* sp., *Alaria* sp. e *Parascaris* sp., foram encontrados por Beeching e Moulin (1983), Bouchet e Bentrad (1997) e Bouchet e colaboradores (2000).

Há que se ter uma ideia ampla do ambiente no passado, assim como dos parasitos que circulavam em animais, para se interpretar melhor o contexto onde se encontravam as parasitoses humanas (Ferreira *et al.*, 1991).

Segue descrição de caso que exemplifica situações por que passaram grupos humanos na Europa em tempos antigos, recuperadas pelo registro paleoparasitológico.[1]

Evolução das parasitoses intestinais em sítios arqueológicos europeus com datações entre 6.000 e 5.000 anos

A maioria das parasitoses intestinais tem origem alimentar. O estudo de parasitos preservados em material arqueológico, particularmente de helmintos intestinais, traz, em consequência, informações importantes sobre hábitos alimentares de populações antigas. Essa possibilidade, advinda da paleoparasitologia, trouxe dados sobre populações antigas, como no período Neolítico, quando a dieta não era muito diversificada e ainda não haviam ocorrido grandes mudanças nutricionais.

Por meio dos dados paleoparasitológicos, podem-se obter indicações precisas sobre o regime alimentar das populações. Mudanças nos hábitos alimentares são induzidas por diferentes fatores: climáticos, ecológicos, ambientais e sociológicos. As variações nas parasitoses são consequência de modificações dos hábitos alimentares ou das formas de armazenar alimentos. Por raciocínio inverso, é então possível, ao se estudar as infecções parasitárias, construir hipóteses quanto à origem dessas variações. Para se estudar a variação parasitária, fez-se um estudo qualitativo e quantitativo em alguns sítios arqueológicos na França e na Alemanha.

As amostras discutidas aqui são oriundas de antigas vilas lacustres do período Neolítico médio e final, datadas entre 3900 e 2900 anos a.C. – há, portanto, cerca de 6.000 a 5.000 anos. Os sítios estão localizados na parte noroeste da Suíça, no cantão de Thurgovie, e ao sudoeste da Alemanha, na região de Baden-Württemberg, em que duas zonas lacustres foram escolhidas, a do lago Constance (ou Bodensee) e a do lago Federsee.

O período Neolítico médio e final nessa região da Europa corresponde principalmente ao desenvolvimento cronológico de duas culturas, a cultura Pfÿn (datada de cerca de 3900 a 3400 anos a.C.) e a cultura Horgen (datada entre 3400 e 2850 anos a.C). A seguir, será feita uma pequena apresentação dos sítios estudados.

Hornstaad-Hörnle I

Escavado entre 1983 e 1993, este sítio situa-se na Alemanha, às margens do lago Constance (Bodensee). Obtiveram-se datações precisas paras as camadas de ocupação por dendrocronologia (Billamboz, 1998) (as datações por dendrocronologia usam a sequência de anéis das árvores para a obtenção de datações). Sua ocupação situa-se entre 3917 e 3905 anos a.C., correspondente a uma cultura local dita 'grupo de Hornstaad', que precede a de Pfÿn (Dieckmann, 1990; Schlichtherle, 1990). É o sítio lacustre do Neolítico final mais antigo na região do lago Constance. Sua extensão é de 14.000 m^2, constituindo-se de restos calcinados de cinquenta casas com cerca de 24,5 m^2, em média, abertas em direção à água. Com base nos vestígios arqueológicos recuperados e no tamanho médio das habitações, calcula-se o tamanho da população em duzentos a 240 indivíduos (Dieckmann, Maier & Vogt, 2001).

Arbon-Bleiche 3

Situado às margens do lago Constance, no cantão suíço de Thurgovie, foi escavado de 1993 a 1995. É uma antiga vila lacustre do Neolítico, cuja ocupação cobre um curto período de 15 anos, entre 3384 a 3370 anos a.C. (datações

[1] Adaptado de Le Bailly (2005).

por dendrocronologia). É um dos únicos sítios conhecidos atualmente por esse período particular correspondente à fase de transição entre as duas culturas aqui discutidas, a Pfÿn e a Horgen.

Trata-se de uma estação lacustre, conhecida por seu estado de preservação muito bom. Os 1.100 m^2 estudados do sítio apresentam conservação excepcional. A causa de seu abandono, à época, foi um incêndio em 3370 a.C. Vinte anos depois, houve considerável elevação do nível do lago, submergindo o sítio sob vários metros de água gelada. Essa submersão foi acompanhada de detritos e sedimentos diversos que estabeleceram condições de anaerobiose, favoráveis à conservação de matéria orgânica. Extraiu-se, portanto, enorme quantidade de material precioso para diversos estudos, entre eles a paleoparasitologia.

Torwiesen

O sítio neolítico de Torwiesen situa-se ao redor do pântano de Federsee, na antiga ilha de Bad Buchau, ao sudoeste da Alemanha. Datado pela dendrocronologia em 3283 a 3281 anos a.C., corresponde ao início da cultura Horgen (Schlichtherle, 2002; Schlichtherle & Hohl, 2002).

A vila compõe-se de 12 grandes casas e outras três menores, abertas em uma extremidade e alinhadas uma em frente a outra na rua central. Uma das casas, por suas proporções imponentes, distingue-se das outras. Como nos outros sítios, algumas estacas usadas na construção estão muito bem conservadas, sendo usadas para as datações dendrocronológicas.

O terreno é turfoso, com pH ácido. A conservação de ossos de animais e restos de madeira em geral é ruim. Para recolher amostras do sítio, usaram-se tubos de PVC por toda a espessura das camadas, retirando-se material para análises biológicas e químicas, como fosfatos, pólen, parasitos, insetos e macrovestígios.

Sipplingen

A estação de Spplingen situa-se no sudoeste da Alemanha, junto ao rio afluente norte do lago Constance. Caracteriza-se por longa ocupação, desde a cultura Hornstaad até a cultura Schnurkeramik (Kolb, 1997). As datações dendrocronológicas situam o sítio entre 3912 e 2417 anos a.C. (Billamboz, 1985). Este sítio é conhecido desde o final do século XIX, e grande quantidade de material já foi retirada dele. Isso proporcionou melhor conhecimento sobre a transição da cultura Pfÿn à Horgen.

Seekirch-Stockwiesen

Situado no pântano de Ferdesee, na Alemanha, região de Biberach, próximo ao município de Seekirch. Foi descoberto em 1991 por Erwin Keefer, ao cavar uma fossa de drenagem. A ausência de carvalho não permitiu datações dendrocronológicas, obtendo-se datações radiocarbônicas para ocupação do sítio entre 3036 e 2703 anos a.C., ou seja, ao final da cultura Horgen.

No total, encontraram-se 11 casas em uma superfície de 280 m^2, que representam 20% da superfície total. As casas são mais alongadas do que as dos outros sítios, tornando-se sua característica. Os artefatos arqueológicos são muito numerosos (Kolb, 1997).

Wallhausen-Ziegelhütte

Situa-se ao sudoeste da Alemanha, na região de Baden-Württemberg, às margens do lago Constance. Parte do local permanece imersa o ano inteiro. É conhecido desde a metade do século XIX (Staub, 1864), e muito de

seu material foi retirado sem critério científico. Isso começou a ser feito a partir de 1982, como uma operação de salvamento, chamada Projeto Bodensee-Oberschwaben.

As camadas escavadas tiveram datações entre 3800 e 3700 anos a.C., feitas por radiocarbono, e os vestígios mostram a transição entre as duas culturas da região.

Amostras estudadas

Os resultados dessa análise paleoparasitológica, obtidos em 137 amostras de coprólitos e em sedimentos de origem supostamente antrópica, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de amostras analisadas por sítio arqueológico. Europa, período neolítico

Sítios	Culturas	Datações em anos a.C.	Número de amostras
Hornstaad-Hörnle I	Pfÿn Antigo	3917–3905	26
Sipplingen	Pfÿn Médio	3711–3709	07
Wallhausen-Ziegelhütte	Pfÿn Médio	3700	05
Arbon-Bleiche 3	Transição	3384–3370	41
Sipplingen	Horgen Antigo	3317–3306	04
Wallhausen-Ziegelhütte	Horgen Antigo	3300–3050	06
Torwiesen	Horgen Antigo	3283–3.281	22
Wallhausen-Ziegelhütte	Horgen Médio	3300–2900	04
Wallhausen-Ziegelhütte	Horgen Recente	3100–2900	06
Seekirch-Stockwiesen	Horgen Recente	3000–2900	16
Total			137

A seguir, nas Tabelas 2, 3 e 4, apresentam-se os parasitos encontrados nos sítios arqueológicos de cada cultura e respectiva datação.

Tabela 2 – Parasitos encontrados nos sítios de cultura Pfÿn. Europa, período Neolítico

Parasitos	Hornstaad-Hörnie Ia (3917–3905 a.C.)	Sipplingen (3711–3709 a.C.)	Wallhausen-Ziegelhütte (3700 a.C.)
Diphyllobothrium sp.	Sim	Sim	Sim
Taenia sp.	–	–	–
Fasciola sp.	Sim	Sim	Sim
Dicrocoelium sp.	Sim	–	–
Opistorchis sp.	–	–	–

Tabela 2 – Parasitos encontrados nos sítios de cultura Pfÿn. Europa, período Neolítico (continuação)

Parasitos	Hornstaad-Hörnie Ia (3917–3905 a.C.)	Sipplingen (3711–3709 a.C.)	Wallhausen-Ziegelhütte (3700 a.C.)
Trichuris sp.	Sim	Sim	Sim
Capillaria sp.	–	Sim	–
Dioctophyma sp.	–	–	–
Total	4	4	3

Tabela 3 – Parasitos encontrados em Arbon-Bleiche e nos sítios de cultura Horgen. Europa, período Neolítico

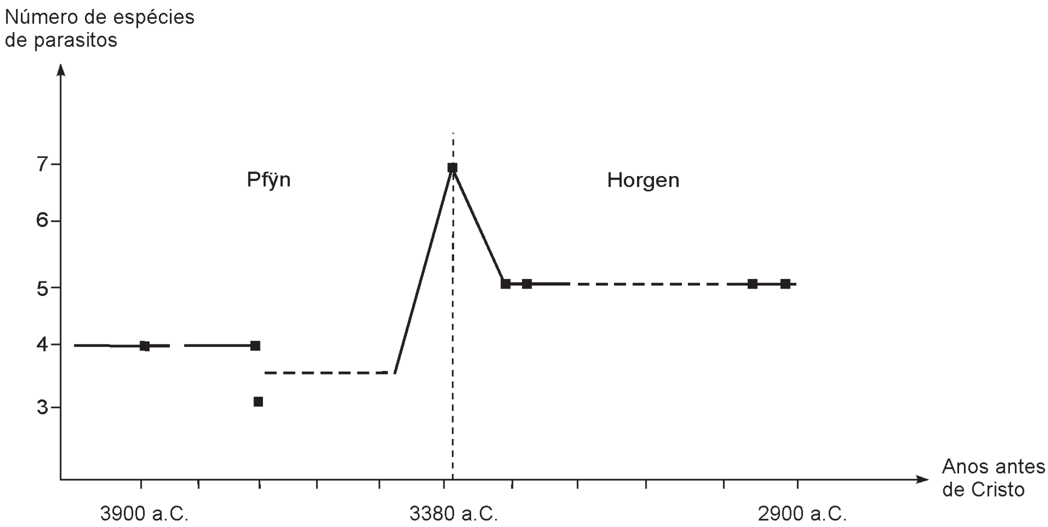
Parasitos	Arbon-Bleiche 3 (3384–3370 a.C.)	Sipplingen (3317–3306 a.C.)	Torwiesen II (3283–3281 a.C.)
Diphyllobothrium sp.	Sim	Sim	Sim
Taenia sp.	Sim	Sim	Sim
Fasciola sp.	Sim	Sim	Sim
Dicrocoelium sp.	–	Sim	–
Opistorchis sp	Sim	–	–
Trichuris sp.	Sim	Sim	Sim
Capillaria sp.	Sim	–	Sim
Dioctophyma sp.	Sim	–	–
Total	7	5	5

Tabela 4 – Parasitos encontrados em outros sítios de cultura Horgen. Europa, período Neolítico

Parasitos	Wallhausen-Ziegelhütte (3300–3050 a.C.)	Wallhausen- Ziegelhütte (3100–2900 a.C.)	Seekirch-Stockwiesen (3000–2900 a.C.)
Diphyllobothrium sp.	Sim	Sim	Sim
Taenia sp.	Sim	–	–
Fasciola sp.	Sim	Sim	Sim
Dicrocoelium sp.	–	?	–
Opistorchis sp.	–	–	–
Trichuris sp.	Sim	Sim	Sim
Capillaria sp.	Sim	Sim	Sim
Dioctophyma sp.	–	–	–
Total	5	4	5

O período Neolítico médio e final na região estudada corresponde a antigas vilas lacustres, datadas entre 3900 e 2900 anos a.C., situadas a nordeste da Suíça (cantão de Thurgovie) e ao sudoeste da Alemanha (região de Baden-Württemberg), com especial atenção para duas zonas lacustres, o lago de Constância (Bodensee) e o lago de Federsee. A cultura Pfÿn situa-se entre 3900 e 3400 anos a.C. e a cultura Horgen, entre 3400 e 3850 anos a.C. Todos os sítios compreendidos nas tabelas situam-se nessa escala cronológica, o que permite comparar as populações, observando-se a evolução das infecções parasitárias no curso do tempo. A representação gráfica dessas tabelas mostra claramente uma explosão brutal no número de parasitos por volta de 3380 a.C., ou seja, durante o suposto momento de transição da cultura Pfÿn à cultura Horgen (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Número de espécies de parasitos encontrados nos sítios arqueológicos. Europa, 3900 a 2900 anos a.C.



O pico observado entre 3900 e 2900 anos a.C. pode ter origens variadas, tais como alterações climáticas, mudanças de padrão alimentar, culturais, entre outras. Para responder a essa questão é preciso examinar cada parasitose em detalhe. As parasitoses que estão no gráfico anterior têm origens alimentares diferentes, podendo estar relacionadas com a pesca, a caça, a colheita ou o armazenamento de vegetais.

Parasitoses relacionadas à pesca

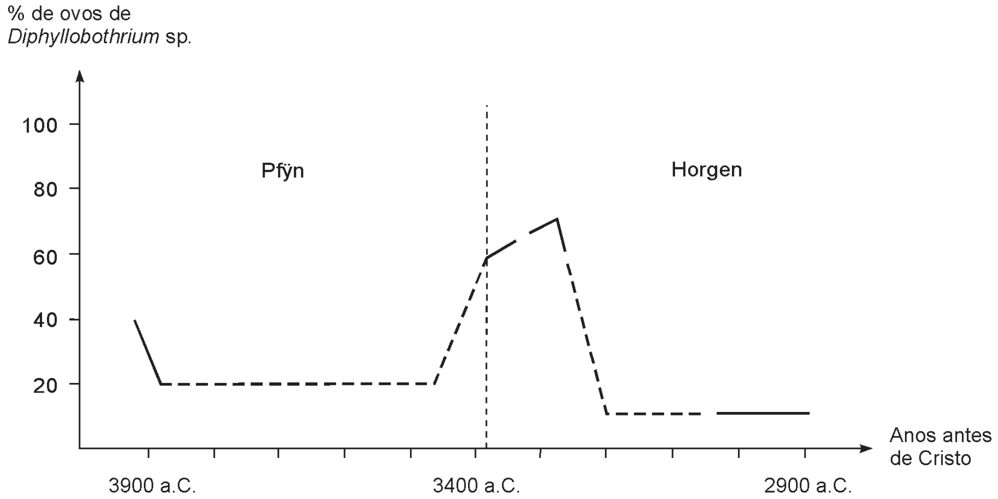
Constatou-se no estudo acima o consumo de peixes pela presença de quatro parasitos: *Diphyllobothrium* sp., o parasito mais frequente; *Opistorchis* sp., encontrado unicamente no sítio de Arbon-Bleiche 3; *Dioctophyma* sp., também encontrado unicamente nas camadas de ocupação e nos coprólitos de origem helvécia; *Capillaria* sp., com ovos de casca ornamentada, pertencentes a espécies com hospedeiros intermediários de água doce.

Entre as parasitoses que constituem o pico de infecção, quatro são transmitidas por consumo de carne de peixes de água doce ou de rãs: botriocefalíase, opistorquíase, dioctofimíase e capilaríase.

Diphyllobothrium sp.

Os ovos de *Diphyllobothrium* sp. estão presentes em todo conjunto de sítios estudados. No gráfico de infecção por *Diphyllobothrium* sp., observa-se também um pico maior de frequência nas amostras pertencentes a Arbon-Bleiche 3 (período de transição), persistindo até Torwiesen II (início da cultura Horgen) (Gráfico 2). O gráfico sugere importante consumo de peixe durante o período de transição.

Gráfico 2 – Frequência de ovos de *Diphyllobothrium* sp. presentes nas amostras dos sítios arqueológicos. Europa, entre 3900 e 2900 anos a.C.



Fonte: adaptado de Le Bailly *et al*. (2005).

Opistorchis sp. e *Dioctophyma* sp.

Ovos de *Opistorchis* sp. e de *Dioctophyma* sp. foram encontrados no sítio de Arbon-Bleiche 3 (Le Bailly, Leuzinger & Biuchet, 2003). O aparecimento desses dois parasitos reforça a hipótese de um aumento da pesca e, portanto, do consumo de peixe. Mas o diagnóstico de *Opistorchis* sp. e *Dioctophyma* sp. unicamente no sítio suíço, por volta de 3400 a.C., suscita questões, particularmente porque esses parasitos não foram encontrados nos outros sítios. Dentre elas, podem-se mencionar a amostragem e a diversificação da pesca.

Como o número de sítios neolíticos dessa região é muito grande, é necessário continuar as investigações. Deve-se considerar, portanto, que o número de sítios estudados ainda é pequeno e que os resultados de exames paleoparasitológicos são ainda recentes e escassos.

Quanto à diversificação da pesca, o aparecimento de novas parasitoses pode ser explicado pelo consumo obrigatório de novas espécies de peixe, deixadas anteriormente de lado. O consumo dessas novas espécies de pescado, potencialmente infectadas por *Opistorchis* sp. e/ou por *Dioctophyma* sp., passou a causar doença na população humana.

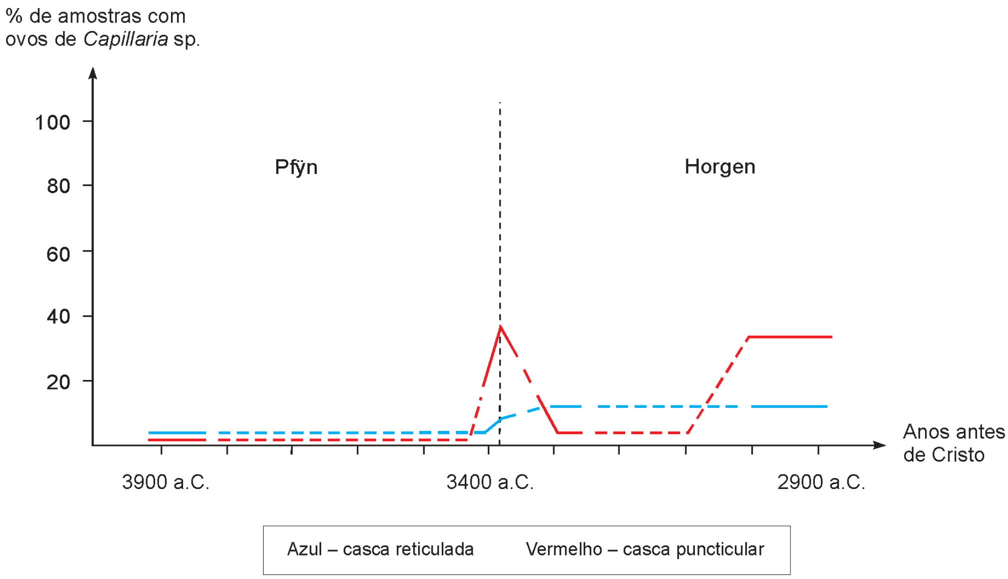
O importante consumo de rãs, verificado no sítio arqueológico helvécio, poderia explicar a presença de *Dioctophyma* sp. Porém, a batracofagia foi registrada em outros sítios, como em Chalain (Bailon, 1997), sem que as análises paleoparasitológicas mostrassem a presença desse parasito. Parece, então, que os peixes foram a fonte de contaminação mais importante para *Dioctophyma* sp., o que reforça a hipótese de diversificação de espécies de peixes consumidas nesse período.

Tampouco se deve esquecer que a infecção por *Dioctophyma* sp. pode, igualmente, seguir-se diretamente ao consumo de vermes anelídeos, como *Lumbriculus variegatus*, hospedeiro da forma larvar do parasito. O consumo de minhocas é então possível para esse sítios de Arbon-Bleiche 3.

Capillaria sp.

Ovos de *Capillaria* sp. com casca pontilhada, atribuída a espécies que parasitam a ictiofauna dulcícola, apareceram nas amostras de Arbon-Bleiche 3, correspondente ao período de transição cultural (Gráfico 3). Nesse caso, ainda, a aparição do parasito remete novamente às hipóteses precedentes sobre o aumento de diversificação da pesca.

Gráfico 3 – Frequência de amostras com ovos de *Capillaria* sp. oriundas dos sítios arqueológicos de Hornstaad-Hörnle I (3917 a 3905 a.C.), Arbon-Bleiche 3 (3384 a 3370 a.C.), Torwiesen II (3283 a 3281 a.C.) e Seekirch-Stockwiesen (3000 a 2900 a.C.)



Pode-se concluir que a ictiofagia esteve presente na quase totalidade dos sítios. Em Hornstaad-Hörnle I, restos de peixe foram recuperados, representando 14,8% dos vestígios ósseos de outros animais.

Em Arbon-Bleiche 3 encontraram-se numerosos restos de ictiofauna, como a perca (*Perca fluviatilis*), lúcio (*Esox lucius*), bordalo (*Silurus glanis*), lota (*Lota lota*), fera (*Coregonus* sp.), truta (*Salmo trutta, Salmo trutta fario*) e pequenos peixes de água doce (*Rutilus rutilus*, *Scardinius erythroptalmus*, *Leusiscus* sp., *Barbus barbus*, *Tinca tinca*). O consumo de peixe foi avaliado como 22% da alimentação total da população do sítio (Hüster-Plogmann & Leuzinger, 1995).

No sítio de Sipplingen, a presença de alguns restos de peixes foi assinalada, mas sem precisar gênero ou espécie. Em Torwiesen II, alguns restos de lúcio, brema (*Blicca* (*Abramis*) *brama*, *B. bjoerkna*) e de outros ciprinídeos foram encontrados. Em Wallhausen-Ziegelhütte, a lista de restos de peixe é mais variada, e por fim, no sítio de Seekirch-Stockwiesen, não se dispõe de informações sobre vestígios da ictiofauna.

Batracofagia

A batracofagia é uma das hipóteses possíveis em relação a determinadas populações do Neolítico, particularmente a população do sítio Arbon-Bleiche 3. Essa hipótese sustenta-se pela descoberta no sítio de numerosos fragmentos de ossos digeridos, oriundos de rãs do gênero *Rana* sp. A grande quantidade de partes posteriores leva a pensar no consumo preferencial de coxas. Tal suposição é reforçada pela presença do parasito *Dioctophyma* sp., cuja origem alimentar pode ser a ingestão tanto de peixes como de rãs. A hipótese de batracofagia foi assinalada várias vezes nas populações neolíticas (Bailon, 1993, 1997).

A presença de restos de rãs evidencia a ingestão desse hospedeiro no sítio de Arbon-Bleiche 3. Dentre os fragmentos de ossos encontrados, foi possível identificar restos pertencentes a *Rana esculenta*, a rã verde, *Rana lessonae*, a rã de Lessone ou rãzinha verde, e *Rana ridibunda*, a rã 'sorriso'.

Parasitos ligados à caça

Ovos identificados como pertencentes ao gênero *Paramphistomum* sp. foram encontrados no sítio de Hornstaad-Hörnle I e também no sítio Seekirch-Stockwiesen. Esses parasitos são trematódeos de cervídeos, e não se conhecem casos humanos. A presença de ovos de *Paramphistomum* sp. em amostras antrópicas provavelmente resulta de uma pseudoparasitose, ou pseudoparasitismo. Os ovos encontrados provavelmente estavam em trânsito pelo intestino, seguidos ao abate e consumo de cervídeos.

Capillaria sp.

Os ovos de *Capillaria* sp. com casca reticulada podem ser atribuídos à espécie *Capillaria bovis*, parasito específico de cervídeos. A importância da caça durante o Neolítico e o consumo de cervos (*Cervus elaphus*) e de cabrito montês (*Capreolus capreolus*) reforça a identificação de ovos dessa espécie. O encontro de ovos de casca reticulada começa no nível do sítio suíço e a frequência do parasito parece permanecer estável durante toda a cultura Horgen (entre 10 e 13%) (Gráfico 3). O aparecimento desse parasito nas amostras humanas pode ter resultado do aumento da caça, mas sobretudo de uma pequena seleção dos animais caçados, pois os cervídeos jovens são mais parasitados do que os adultos.

Concluindo sobre os aspectos da caça entre os povos do período Neolítico dessas regiões, os vestígios de fauna selvagem estão presentes em todo o conjunto desses sítios. Em Hornstaad-Hörnle I, os animais selvagens representaram 50% dos restos arqueozoológicos. Entre eles, o cervo (*Cervus elaphus*) e o javali (*Sus scrofa*) estão presentes em todos os sítios aqui apresentados. O cabrito montês encontrava-se em todos os sítios, com exceção de Seekirch-Stockwiesen.

Parasitoses ligadas à criação de animais

O consumo de animais domésticos é antigo e conhecido por todos as culturas aqui discutidas. É fonte de contaminação por alguns parasitos intestinais, como as tênias, entre as quais a espécie encontrada no porco, *Taenia solium*, e a encontrada em bovinos, *Taenia saginata*. Outros parasitos podem não causar infecções e são considerados pseudoparasitos ou casos de falso parasitismo. É o caso de *Dicrocoelium* sp., cujos ovos podem ser vistos em fezes humanas em seguida ao consumo de fígado de ruminantes, como carneiros e cabras em particular.

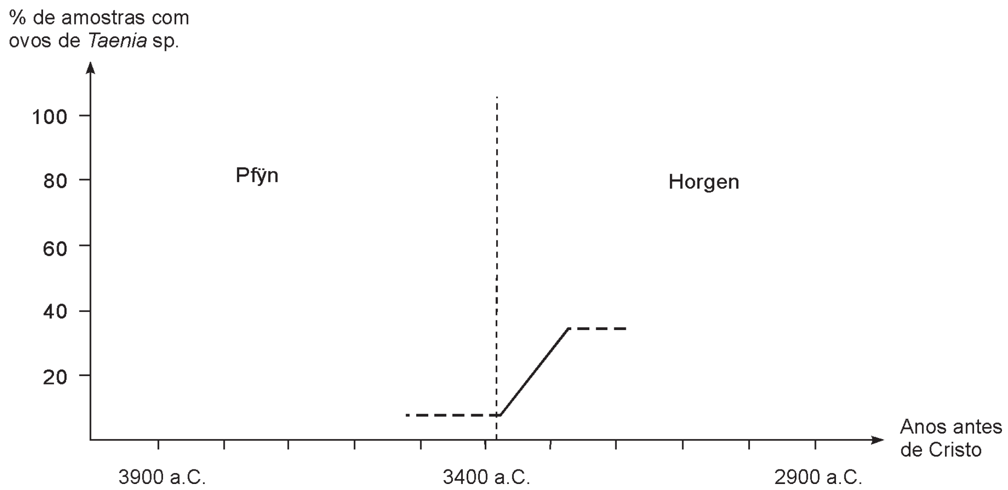
Taenia sp.

Em seguida ao pico no número de parasitos observados, ocorre uma queda em torno de 3200 anos a.C. (Gráfico 4). A opistorquíase e a dioctofimíase diminuem, passando de 70% a 10%. A temperatura sobe, e paralelamente outro parasito surge, com aumento do número de infecções por *Taenia*. A curva de variação demonstrativa de encontro de ovos de *Taenia* sp. nos sítios arqueológicos do Neolítico mostra um ligeiro aumento durante o início da cultura Horgen.

Uma das características econômicas da cultura Horgen reside na importância da criação suína (Furger, 1980). Nos sítios neolíticos de cultura Horgen, um percentual elevado de restos de porcos foi recuperado (Schibler & Jacomet, 1999). O aparecimento e evolução da frequência de ovos de *Taenia* sp. a partir do período de transição cultural parece refletir a imagem da criação de porcos na cultura Horgen. Várias questões foram levantadas antes de se concluir sobre essa hipótese.

A criação de porcos não surge com a cultura Horgen. Anteriormente, durante a cultura Pfÿn, já se criavam suínos para consumo doméstico. É curioso que não se encontrem ovos de *Taenia* sp. nos coprólitos e sedimentos oriundos desses sítios.

Gráfico 4 – Frequência de ovos de *Taenia* sp. presentes nas amostras dos sítios arqueológicos. Europa, entre 3900 e 2900 anos a.C.



Fonte: Adaptado de Le Bailly *et al*. (2005).

Os cestoides do gênero *Taenia* que parasitam humanos são transmitidos por ingestão de carne crua ou mal cozida de suínos (*Taenia solium*) e bovinos (*Taenia saginata*). Os embrióforos encontrados nas camadas de sítios arqueológicos são idênticos para as duas espécies, e não se pode distinguir a espécie de parasito pelos ovos.

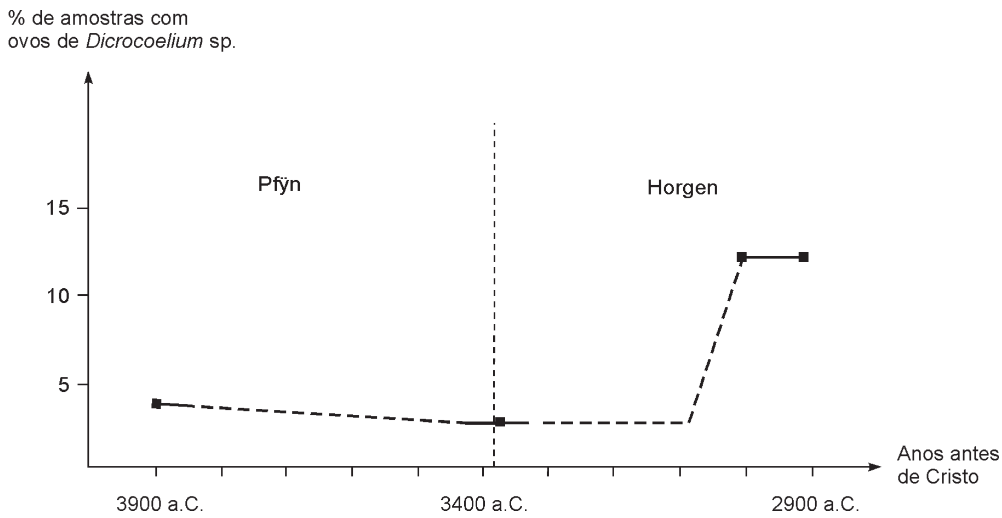
A presença de restos de bovinos domésticos (*Bos taurus*) foi vista tanto na cultura Pfÿn como na cultura Horgen. A ausência de ovos de *Taenia* sp. nos sítios de cultura Pfÿn é surpreendente, em virtude da presença do hospedeiro intermediário, o que sugere ingestão de carne bem cozida. Os ovos de *Taenia* sp. encontrados no sítio de Arbon-Bleiche 3 correspondem às datações mais antigas para associação deste parasito com vestígios orgânicos de origem humana.

Dicrocoelium sp.

Encontraram-se ovos de *Dicrocoelium* sp. em Hornstaad-Hörnle I, em Arbon-Bleiceh 3 e em Seekirch-Stockwiesen, mas não em Torwiesen II, o que pode ter ocorrido em virtude de problemas com amostragem. Há um decréscimo entre 3900 e 3280 anos a.C., passando a 4% em Hornstaad-Hörnle I e a 0% em Torwiesen II. Em seguida, a presença aumenta de forma importante e chega a 13% em Seekirch-Stockwiesen.

Essa parasitose, estreitamente ligada à criação de ovinos, tem aumento considerável ao redor de 3000–2900 a.C. (Gráfico 5), coincidente com a recrudescência conhecida na criação de pequenos ruminantes, por volta de 2800 anos a.C. (Schibler & Chaix, 1995).

Gráfico 5 – Frequência de ovos de *Dicrocoelium* sp. presentes nas amostras dos sítios arqueológicos. Europa, entre 3900 e 2900 anos a.C.



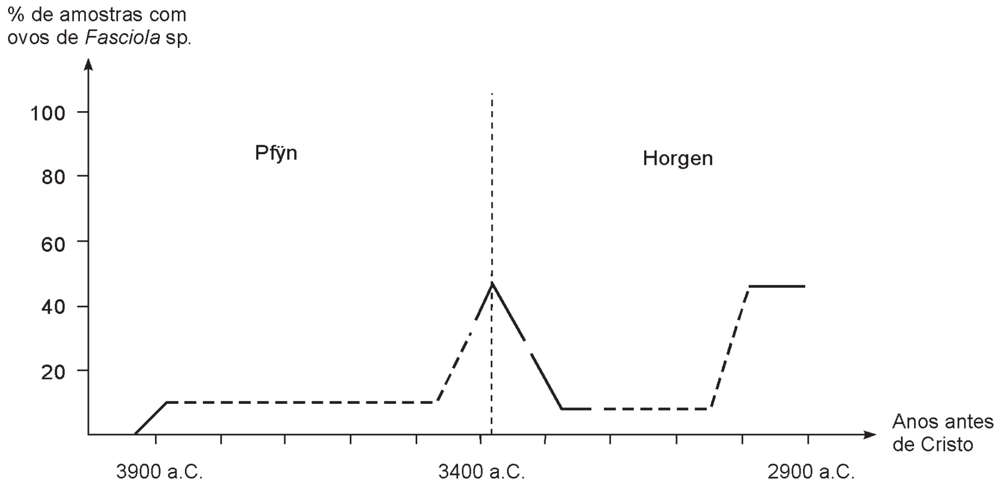
Fasciola sp.

Parasita essencialmente ruminantes, ocorrendo a infecção humana apenas acidentalmente, pelo consumo de verduras contaminadas por metacercárias encistadas. A presença do parasito vincula-se, portanto, à presença de bovinos no mesmo ambiente. Porém, a criação de bovinos era pouco importante no período compreendido entre o 36º século a.C. e o 27º século a.C. (Schibler & Chaix, 1995). É, portanto, surpreendente, e sobretudo contraditório, o aumento da curva de frequência de encontro de ovos desse parasito em torno de 3380 anos a.C. (Gráfico 6).

A infecção por *Fasciola* sp. pode ser transmitida por outros animais, além dos bovinos. Com efeito, ruminantes selvagens, como o cervo e cabrito montês, podem ser portadores de formas adultas do parasito (Shimalov & Shimalov, 2000). Da mesma maneira, certos lagomorfos e roedores podem ser hóspedes definitivos para o parasito (Ménard *et al*., 2000). O ratão do banhado (*Myocastor coypus*) transmite a fasciolose tão bem como os bovinos (Ménard *et al*., 2001). [N.E.]

[N.E.] A espécie *Myocastor coypus* é originária da América do Sul, mas foi levada para a Europa, onde se reproduziu na natureza.

Gráfico 6 – Frequência de ovos de *Fasciola* sp. nas amostras dos sítios arqueológicos. Europa, entre 3900 e 2900 anos a.C.



A presença comprovada de numerosos ruminantes selvagens, assim como de mustelídeos, no sítio de Arbon-Bleiche 3, pode explicar a importância da parasitose durante esse período. O consumo de tais animais poderia levar consigo a infecção por *Fasciola* sp., causando uma pseudoparasitose, o que explicaria a presença de tantos ovos nas amostras examinadas.

Parasitoses relacionadas ao consumo de vegetais

Fasciola sp.

Este parasito utiliza-se de plantas aquáticas ou que vivem às margens de rios e lagos para encistamento de sua forma larvar. Dentre esses vegetais encontram-se alguns comestíveis, tanto para animais como para humanos, como o agrião. A descoberta de ovos de *Fasciola* sp. em excrementos fósseis de humanos mostra, portanto, o consumo desse vegetais por humanos. Nesse caso, a ingestão de formas infectantes do parasito, as metacercárias, desencadearia o desenvolvimento do trematódeo no sistema digestivo, com o aparecimento de sintomatologia associada à fasciolose.

É difícil distinguir uma pseudoparasitose de uma parasitose verdadeira com base nos dados obtidos. Todas as hipóteses que possam explicar a presença de ovos de *Fasciola* sp. nas amostras estudadas devem ser levadas em conta.

Trichuris sp.

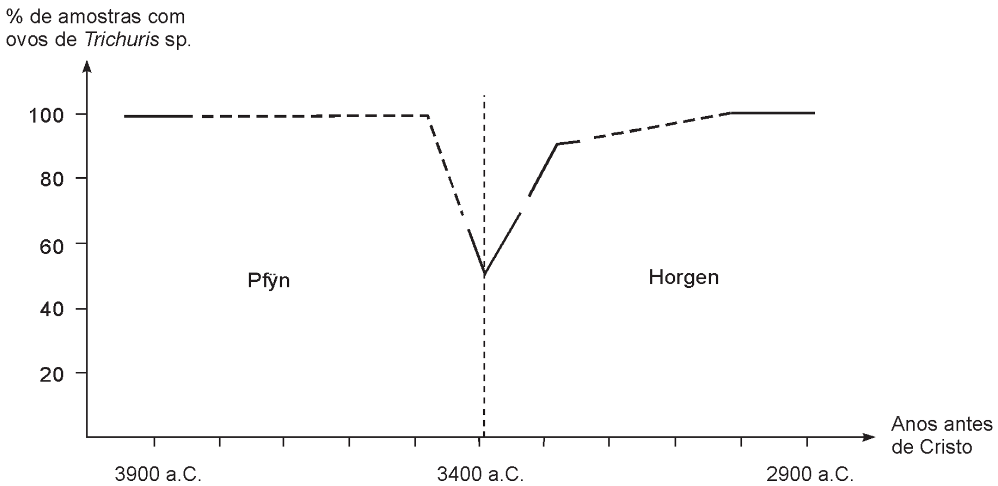
A presença de ovos de *Trichuris* sp. em amostras fecais atuais sugere desconhecimento de regras higiênicas elementares, assim como dos riscos que envolvem a contaminação alimentar ou da água com material fecal. É provável que tais noções fossem desconhecidas durante o Neolítico. Assim, a descoberta de ovos de *Trichuris* sp. em numerosas amostras datadas dessa época parece estar dentro da normalidade.

Entretanto, isso pode trazer algumas informações. O ciclo de desenvolvimento do parasito demanda uma passagem para o meio externo. A transmissão do parasito far-se-á, então, pela ingestão acidental de terra, chamada geofagia, ou pelo consumo de frutas ou legumes sujos por terra contaminada com fezes e ovos do parasito. A utilização

de matéria fecal humana como fertilizante poderia ter aumentado a presença do parasito. Porém, essa prática, até onde se sabe, não era utilizada no Neolítico.

A curva do encontro de ovos de *Trichuris* sp. mostra, contrariamente a todas as outras, uma flexão durante o período de transição entre as duas culturas (Gráfico 7). Essa diminuição é surpreendente e ainda não se chegou a uma explicação para sua ocorrência. Ainda aqui, a questão da amostragem pode ser evocada, mas não se pode chegar a nenhuma conclusão até o momento.

Gráfico 7 – Frequência de ovos de *Trichuris* sp. presentes nas amostras dos sítios arqueológicos. Europa, entre 3900 e 2900 anos a.C.



Possíveis hipóteses

Para explicar o crescimento no consumo de peixes, várias hipóteses podem ser aventadas, como mudanças culturais, aumento da população, ou mesmo uma crise econômica.

Uma mudança significativa poderia ter acontecido subitamente com a chegada de grupo cultural externo, no caso a cultura Horgen, com seus hábitos alimentares diferentes, como, por exemplo, o consumo crescente de peixe, o que poderia explicar os resultados observados em Arbon-Bleiche 3.

Porém, segundo os arqueólogos especialistas neste período de transição, a passagem da cultura Pfÿn à cultura Horgen seria mais o resultado de uma acumulação do que uma colonização dominante. As trocas importantes com a cultura Baden colocaram em evidência a possibilidade, em Arbon-Bleiche, de que esse fosse o motivo do surgimento da cultura Horgen (Leuzinger, 2000; De Capitani *et al*., 2002).

O aumento da população nessa região poderia ser visto como explicação para o crescimento da importância da pesca em Arbon-Bleiche 3, assim como para a infecção por *Diphyllobothrium* sp. Mas o aumento da população repercutiria também sobre o tamanho médio das aglomerações. No caso, esse aumento no tamanho populacional jamais teve registro arqueológico (Schibler & Chaix, 1995).

A última hipótese, sobre uma crise econômica, pode ser levantada pelo conjunto de informações de disciplinas como a arqueobotânica, a paleoclimatologia e a arqueologia. A partir do 38º século a.C. até o 33º século a.C., a região

sofreu uma alteração climática importante, conhecida nos Alpes como Piora 2, ou Rotmoos 2 (Zoller, 1977; Jacomet, Magny & Burga, 1995). As precipitações tornaram-se mais fortes e as temperaturas, mais baixas (Magny, 2004). O fenômeno climático é visível no conjunto de sedimentos nos lagos em torno dos Alpes, mas também na região do Jura (Magny, 1992, 1993).

Nos sítios desse período, situados em torno do lago de Zurich, consecutivamente a essa degradação climática observou-se aumento da caça. O cervo esteve presente nos restos arqueozoológicos em cifras acima de 60%. Paralelamente, os estudos arqueobotânicos mostram porcentagens de cereais cultivados em queda, por conta da mudança climática. Por conta disso, aumenta o uso de plantas selvagens.

Os resultados obtidos pela arqueozoologia e pela arqueobotânica dão a impressão de que houve uma tentativa de compensação de perdas nutritivas em virtude do clima, pelo aumento simultâneo da caça e da coleta (Schibler & Chaix, 1995; Schibler *et al*., 1997).

O sítio de Arbon-Bleiche 3 situa-se no período de frio que se segue ao período entre o 37º e o 33º séculos a.C. Para remediar essa fase de crise climática, que implicou a diminuição de reservas em celeiros, os habitantes recorreram à caça e à pesca. Observaram-se proporções importantes de ossos de animais caçados, particularmente o cervo, que representou 50% da carne consumida pela população arboniana. A pesca foi avaliada em torno de 22% da alimentação global (Hüster-Plogmann & Leuzinger, 1995). As plantas silvestres também tiveram parte importante na alimentação, pois representaram quase 40% do sustento de origem vegetal.

A crise climática e o retorno obrigatório a uma economia fortemente baseada na pesca e na caça provavelmente desencadearam o desenvolvimento de doenças parasitárias associadas ao consumo de peixes de água doce. Os resultados da paleoparasitologia parecem coincidir com a hipótese de crise econômica durante o Neolítico europeu, mas talvez as mudanças culturais tenham tido papel maior em relação às parasitoses intestinais, especialmente pelo consumo diversificado de diferentes espécies de peixe (Le Bailly, 2005).

UMA HISTÓRIA DE PARASITOS NAS OCUPAÇÕES DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS NA BÉLGICA

A ocupação da região onde se encontra o sítio arqueológico de Namur data do período Neolítico, com vestígios de diversas naturezas seguindo uma sequência cronológica, passando pelos períodos galo-romano (sécs. II–III), carolíngeo (sécs. IX–XI), e prosseguindo até o século XIX (Chaves da Rocha *et al*., 2006).

A região onde se situa a atual província de Namur sempre foi um local estratégico para a presença humana. Situada na confluência dos rios Meuse e Sambre, foi ocupada desde o Neolítico. Uma primeira aldeia gaulesa estabeleceu-se pouco antes da ocupação romana, que estabeleceu uma fortificação, rodeada pela pequena vila de pescadores. Desde então, até a Idade Média, várias fortificações foram erguidas, caracterizando-se o local como zona militar, tendo havido ali, durante certo período, até mesmo uma instituição prisional (Plumier & Vannechelen, 1996). O sítio foi definido com sete diferentes contextos arqueológicos. Os sedimentos recolhidos de latrinas e outros depósitos estão bem preservados, apesar das sucessivas sobreposições das camadas de ocupação (Plumier, Mees & Vanmechelen, 1997; Loreille & Bouchet, 2003).

Entre os parasitos encontrados no sítio de Namur, como ovos de *Ascaris suum*, *Trichuris suis*, *Ascaris lumbricoides*, *Capillaria* sp., *Oxyuris equi*, *Fasciola hepatica*, *Diphyllobohtrium* sp e *Taenia* sp., chama atenção a alta concentração de ovos de *Trichuris trichiura*. Para identificação de espécie usou-se tratamento estatístico, com medida de comprimento e largura dos ovos. Chaves da Rocha e colaboradores (2006) discutiram os achados, mostrando quais estruturas do

sítio arqueológico haviam sido usadas como fossas para lançamento de lixo doméstico e outros dejetos, latrinas com matéria fecal humana, estábulos e canais para limpeza destes.

Esse foi o assunto de tese de Gino Chaves da Rocha, estudante, à época, de doutorado na Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp/Fiocruz), que esteve por um ano no laboratório de paleoparasitologia da Universidade de Reims, com bolsa-sanduíche do Programa Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil (Capes/Cofecub).

Outro sítio estudado pela equipe de paleoparasitologia da Universidade de Reims, em colaboração com a equipe da Fiocruz, foi o sítio belga de Raversijde, datado do período medieval, habitado à época por pescadores. O material analisado por Fernandes e colaboradores (2005) foi retirado da camada correspondente ao século XVI. Tratava-se de duas estruturas repletas de material orgânico, das quais vinte amostras de sedimento foram colhidas (dez de cada uma). A dúvida da equipe de arqueologia era se as estruturas foram usadas como privadas, depósito de dejetos humanos, ou seriam lixo acumulado de estábulos ou de outra origem. A análise paleoparasitológica foi esclarecedora, pois os ovos de *Trichuris* encontrados foram identificados, por sua forma e tamanho, como da espécie *Trichuris trichiura*, parasito exclusivo de humanos, revelando, portanto, a origem do conteúdo das construções.

PERSPECTIVAS DE ESTUDO EM PALEOPARASITOLOGIA NA EUROPA

Ainda há muito a se pesquisar sobre parasitos e seus hospedeiros humanos na Europa. Restam várias perguntas a serem respondidas e outras a surgir com novos resultados. Por exemplo: que infecções vieram da África com os primeiros imigrantes e por onde se dispersaram no Velho Mundo? Que parasitos foram adquiridos após a domesticação de animais e plantas? Quantos se mantiveram como zoonoses transmitidas eventualmente a humanos e quantos se adaptaram ao novo hospedeiro e diversificaram-se em novas espécies? As perguntas mais interessantes parecem ser: como os parasitos mudaram o quadro de infecções parasitárias no Novo Mundo? E de que maneira mudaram o quadro de infecções parasitárias quando europeus saíram do Velho em direção ao Novo Mundo? Esta perspectiva de estudo suscita questões curiosas, capazes de trazer conhecimentos sobre a evolução das doenças parasitárias em diferentes momentos da história da humanidade.

REFERÊNCIAS

ASPÖCK, H. & AUER, H. Tabellen un Illustraationen zur Laboratoriumsdiagnostik von Parasitosen. Teil 2: Biologische Grundlagen und übersicht der Untersuchungsmethoden. *Labor Aktuell (Roche Austria)*, 5: 9-16, 1998.

ASPÖCK, H.; AUER, H. & PICHER, O. The mummy from the Hauslabjoch: a medical parasitology perspective. *Alpe Adria Microbiology Journal*, 2: 105-114, 1995.

ASPÖCK, H.; AUER, H. & PICHER, O. *Trichuris trichiura* eggs in the Neolithic glacier-mummy from the Alps. *Parasitology Today*, 12: 255-256, 1996.

ASPÖCK, H.; FLAMM, H. & PICHER, O. Darmparasiten in Menschlichen Exkrementen aus prähistorichen Salzberg werken der Hallstatt Kultur (800–350 v.Chr.). *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektions-krankheiten und Hygiene*, 223: 549-558, 1973.

ASPÖCK, H.; FLAMM, H. & PICHER, O. Prehistoric *Ascaris* and *Trichuris* infection in man (abstract). In: *Proceedings of 3rd International Congress of Parasitology*, 3, 1974, Vienna. *Anais*… Vienna: Facta Publishers, 1974.

BAILON, S. Quelques exemples de la consommation d'amphibiens à travers le temps. *In*: RENCONTRES INTERNATIONALS D'ARCHEOLOGIE ET D'HISTOIRE D'ANTIBES, 13, 1992, Juan-les-Pins. *Exploitation des animaux sauvages à travers les temps*. Juan-les-Pins: APDCA, 1993.

BAILON, S. La grenouille rousse (*Rana temporaria*): une source de nourriture pour les habitants de Chalain 3. *In*: PETREQUIN, P. *Les Sites Littoraux Néolithiques de Clairvaux-Les-Lacs et de Chalain (Jura)*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme, 1997. v. 2. Tomo III: Chalain Station 3, 3.200–2.900 av. J.-C.

BEECHING, A. & MOULIN, B. Sédiments anthropiques et coprolithes animaux: modestes contributions à des grandes problèmes? *Bulletin de la Societé Préhistorique Française*, 80: 72-74, 1983.

BILLAMBOZ, A. Stand der Jahrringchronologien Oberschwabens und des Bodensees. *In*: BECKER, B. Dendrochrologie in der Ur- und Frühegeschichte. *Antiqua*, 11: 30-35, 1985.

BILLAMBOZ, A. Die jungneolitischen Dendrodaten der Pfahlbausiedlungen Südwestdeustchlands als Zeeitrahmen für die Einflüsse der Michelsberg Kultur in ihren südlichen Randgebiet. *In*: LÜNING, J. & BIEL, J. *Die Michelsberg und ihre Randgebiert: probleme der entstehung, chronologie und des siedlungswesens*. Stuttgart: Kommissionsverlag K. Theiss, 1998.

BOERSEMA, J. H. & JANSEN, J. Helminth infections in Mediaeval Utrecht. *Tropical and Geographical Medicine*, 27: 441, 1975.

BOUCHET, F. Étude parasitologique des chantiers archéologiqques de Beauvais (Oise). *Revue Archéologique Picardie*, 3/4: 293-294, 1991.

BOUCHET, F. Apport de la parasitologie sur les chantiers archéologiques: l'exemple de la ville de Paris. *Mémoires du Groupement d'Archéologie de Seine-et-Marne*, 1: 55-61, 1993.

BOUCHET, F. Analyse parasitologique des logis de la Cour des Suisses. *Archéologia: les dossiers d'archéologie*, 190: 87/92-93, 1994.

BOUCHET, F. Recovery eggs from archaeological excavations of the Grand Louvre (Paris, France). *The Journal of Parasitology*, 80: 785-786, 1995.

BOUCHET, F. Intestinal capillariasis in neolithic inhabitants of Chalain (Jura, France). *The Lancet*, 349: 256, 1997.

BOUCHET, F. & BENTRAD, S. Recovery of equine helminth eggs in a mediaeval lacustrine settlement (Charavines, Isère, France). *Veterinary Record*, 141: 601-602, 1997.

BOUCHET, F. & PAICHELER, J.C. Presumption of bilharziose on an archaeological site from 15th century in Montbéliard (Doubs, France). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences Série III*, 318: 811-814, 1995.

BOUCHET, F.; BENTRAD, S. & PAICHELER, J. C. Enquête épidémiologique sur les helminthiases à la cour de Louis XIV. *Médecine/ Sciences*, 14: 463-466,1998.

BOUCHET, F.; HARTER, S. & LE BAILLY, M. The state of the art of paleoparasitological research in the Old World. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 95-101, 2003.

BOUCHET, F. *et al*. Étude parasitologique des coprolithes et des sediments de trios ensembles clos de la rue de Lutèce (Île de la Cité) à Paris. *Archéometrie*, 13: 13-21, 1989.

BOUCHET, F. *et al*. Palaeoparasitology in a Pleistocene context: initial observations in the Grande Grotte at Arcy-sur-Cure (Department of the Yonne, France). *Comptes Rendus de la Société Française de Parasitologie Série III*, 319: 147-151, 1996.

BOUCHET, F. *et al*. Capillarioses intestinales: nématodes du Néolitique? *Bulletin de la Société Française de Parasitologie*, 15: 49-54, 1997.

BOUCHET, F. *et al*. Étude de la parasitofaune du site médiéval de Charavines (Lac de Paladru, Isère, France). *Bulletin de la Société de Zoologie Française*, 125: 205-215, 2000.

BOUCHET, F. *et al*. The first recovery of *Schistosoma mansoni* eggs from a latrine in Europe (15th-16th). *The Journal of Parasitology*, 88: 404-405, 2002.

BOUCHET, F. *et al*. Parasite remains in archaeological sites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 47-52, 2003.

CHAMOT, G. & AMAT-ROSE, J. M. Les bilharziosis. *Revue du Praticien*, 43: 401-404, 1993.

CHAVES DA ROCHA, G. *et al*. Paleoparasitological remains revealed by seven historic contexts from 'Place d'Armes', Namur, Belgium. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101, supl. 2: 43-52, 2006.

COCKBURN, A. *et al*. Autopsy of an Egyptian mummy. *Science*, 187: 1.155-1.160, 1975.

COMBES, C. *Interactions Durables: écologie et evolution du parasitisme*. Paris: Masson, 1995. (Collection Écologie, 26)

CONTIS, D. & DAVID, A. R. The epidemiology of bilharzias in ancient Egypt: 5000 years of schistosomiasis. *Parasitology Today*, 12: 253-255, 1996.

DE CAPITANI, A. *et al*. *Die Jungsteinzeitliche Seefersiedlung, Arbon-Bleiche 3. Funde*. Frauenfeld: Archäologie im Thurgau, 2002.

DEELDER, A. M. *et al*. Detection of schistosome antigen in mummies. *The Lancet*, 335: 724, 1990.

DIECKMANN, B. Zum Strand der archäologischen Untersuchungen in Hornstaad. *Ber rom German Kommiss*, 70: 84-109 1990.

DIEKMANN, B.; MAIER, U. & VOGT, R. Horstaad – Zur inneren Dynamik einer Jungneolitischen Dorfanlage am Westlichen Bodensee. Neue Ergebnisse der Archäologie, Botanik und Bodenkunde. *In*: LIPPERT, A. *et al*. (Eds.). *Mensch und Umwelt während des Neolithikums und Frühebronzenzeit in Mitteleuropa. Ergbnisse Interdisciplinärer Zusammenarbeit Zwischen Archäologie, Klimatologie, Biologie und Medizin*. Rahden: Verlag Marie Leidorf, 2001.

DOMELIER-ESPEJO, S. *Contribution à l'Étude Paléoparasitologique des Sites Néolitiques en Environnement Lacustre dans les Domains Jurassien et Péri-Alpin*, 2001. Phd Thesis, Reims: U.F.R. des Sciences Exactes et Naturelles, Université de Reims Champagne-Ardenne.

DOMMELIER, S. *et al*. Parasitoses liées à l'alimentation chez les populations du site néolithique de Chalain (Jura, France). *Antropozoologica*, 27: 41-49, 1998.

FERNANDES, A. *et al*. Intestinal parasite analysis in organic sediments collected from a 16th Century Belgium archaeological site. *Cadernos de Saúde Pública*, 21: 329-332, 2005.

FERREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. & DUARTE, N. A. Nematode larvae in fossilized animal coprolites from lower and Middle Pleistocene sites, Central Italy. *The Journal of Parasitology*, 79: 440-442, 1993.

FERREIRA, L. F. *et al*. *Trichuris* eggs in animal coprolites dated from 30,000 years ago. *The Journal of Parasitology*, 77: 491-493, 1991.

FUGASSA, M. H. *et al*. *Capillaria* spp. eggs in Patagonian archaeological sites: statistical analysis of morphometric data. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 104-105, 2008.

FURGER, A. R. *Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Grabungbericht und Auswertung unter Besonderer Berücksichtigung der Naturwissenschaftlichen Untersuchungen*. Bern: Verlag, 1980.

GONÇALVES, M. L. C. *et al*. Detection of *Giardia duodenalis* antigen in coprolites using a commercially available enzyme immunoassay. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96: 640-643, 2002.

GONÇALVES, M. L. C. *et al*. Amoebiasis distribution in the past: first steps using an immunoassay technique. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98: 88-91, 2004.

GOOCH, P. S. *Helminths in Archaeological and Prehistoric Depositis*. St. Albans: Commonwealth Institute of Helminthology, 1972. (Annotated Bibliography, 9)

GOOCH, P. S. Helminth parasites. *In*: HARD, G. D. (Ed.). *Disease in Ancient Man*. Toronto: Clarke Irwin, 1983.

GOULD, S. J. *The Flamingo's Smile*. New York: W. W. Norton, 1985.

GREIG, J. The investigation of a medieval barrel-latrine from Worcester. *Journal of Archaeological Science*, 8: 265-282, 1981.

GREIG, J. Garderobes, sewers, cesspits, and latrines. *Current Archaeology*, 85: 49-52, 1982.

GRZYWINSKI, L. Analysis of feces from the Middle Age period. *Zoologica Poloniae*, 10: 195-199, 1960.

HARTER, S. *Implication de la Paléoparasitologie dans l'Etude des Populations Anciennes de la Vallée du Nil et du Proche-Orient: étude de cas*, 2003. Thése Docteur, Reims: de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, Sciences Pharmaceutiques, Specialité Paléoparasitologie, U.F.R. Pharmacie, Université de Reims Champagne-Ardenne.

HELBAEK, H. Grauballemandens Sidste Måltid. *Kuml*, 83-116, 1958.

HELMY, M. M. & AL-MATHAL, E. M. Human infection with *Dicrocoelium dendriticum* in Riyadh district (Saudi Arabia). *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 33: 139-144, 2003.

HERRMANN, B. Parasitologische Untersuchung Mittelalterlicher Kloaken. *In*: HERRMANN, B. (Ed.). *Mensch und Umwelt im Mittelalter*. Stuttgart: Verlag, 1986.

HERRMANN, B. Parasitologisch-epidemiologische Auswertungen Mittelalterlicher Kloaken. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters*, 13: 131-161, 1987.

HORNE, P. D. & LEWIN, P. K. Electron microscopy of mummified tissues: autopsy of an Egyptian mummy. *Cannadian Medical Association Journal*, 117: 472-473, 1977.

HÜSTER-PLOGMANN, H. & LEUZINGER, U. Fischerei und Fischereste in der Jungsteinzeitlichen Seefersiedelung in Arbon (TG). *Archäologie Schweiz*, 18: 109-117, 1995.

JACOMET, S.; MAGNY, M. & BURGA, C. Klima und Seespiegelschwankungen im Verlauf des Neolithikums und ihre Auswirkungen auf die Besiedlung der Seeufer. *In*: STÖKLI, W. E.; NIFFELER, U. & GROSS-KLEE, E. (Eds.). *Die Schweiz vom Paläolithikum zum Miteralter, SPM 2: Neolithikum*. Basel: SGU Verlag, 1995.

JANSEN JR, J. & OVER, H. J. Het Voorkomen van Parasieten in Terpmateriaal uit Noordwest Duitsland. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 87: 1.377-1.379, 1962.

JANSEN JR, J. & OVER, H. J. Observations on helminth infections in a Roman army-camp. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF PARASITOLOGY, 1, 1964, Roma. *Anais...* Roma, 1966.

JONES, A. K. G. Recent finds of intestinal parasite ova at York, England. *In*: EUROPEAN MEMBERS MEETING, 4, Middelburg, Anwerpen, 1982. (Papers on Paleopathology)

JONES, A. K. G. A coprolite from 6-8 pavement. The archaeology of York: the past environment of York. *In*: HALL, A.R. *Environment and Living Conditions at two Anglo-Scandinavian sites*. London: Council for British Archaeology, 1983.

JONES, A. K. G. Trichurid ova in archaeological deposits: their value as indicators of ancient faeces. *In*: FIELLER, R. J.; GILBERTSON, D. D. & RALPH, N. G. A. *Palaeobiological Investigations: research design, methods and data analysis*. Heslington: British Archaeological Reports, 1985. (BAR International Series, 266; Symposia of the Association for Environmental Archaeology, 5b)

JONES, A. K. G. &, NICHOLSON, A. R. Recent finds of *Trichuris* and *Ascaris* ova from Britain. *Paleopathology Newsletter*, 62: 5-6, 1988.

JONES, A. K. G.; HUTCHINSON, A. R. & NICHOLSON, C. The worms of Roman horses and other finds of intestinal parasite eggs from unpromising deposits. *Antiquity*, 62: 275-276, 1988.

JOUY-AVANTIN, F. *et al*. Helminth eggs in animal coprolites from Middle Pleistocene site in Europe. *The Journal of Parasitology*, 85: 376-379, 1999.

KOLB, M. Die Seeufersiedlung Sipplingen und die Entwicklung der Horgener Kultur am Bodensee. *In*: SCHLICHTHERLE, H. *Pfahlbaten Rund um die Alpen*. Stuttgart: Theiss-Verlag, 1997.

LE BAILLY, M. *Étude de l'Helminthofaune du Site de Grésine (Lac du Bourget, France)*, 2001. Mémoire de Maîtrise, Reims: Biologie Cellulaire et Physologie, Biologie Génerale et Sciences de la Terre et d l'Univers, U.F.R. Sciences Exactes et Naturelles, Université de Reims Champagne-Ardenne.

LE BAILLY, M. *Étude Paleoparasitologique du Site Néolitique d'Arbon-Bleiche 3 (Thurgovie, Suisse)*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturel, 2002. (Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies)

LE BAILLY, M. *Évolution de la Relation Hôte/Parasite dans les Systèmes Lacustres Nord Alpines au Néolithique (39900–2900 BC), et Nouvelles Données dans la Détection des Paléoantigenes de Protozoa*, 2005. Thèse, Reims: Unité de Formation et de Recherche de Pharmacie, École Doctorale 'Science, Technologie, Santé', Université de Reims Champagne-Ardenne.

LE BAILLY, M.; LEUZINGER, U. & BOUCHET, F. Dioctophymidae eggs from coprolites from Neolithic site of Arbon-Bleiche 3 (Switzerland). *The Journal of Parasitology*, 89: 1.073-1.076, 2003.

LE BAILLY, M. *et al*. *Diphyllobothrium*: Neolithic parasite? *The Journal of Parasitology*, 91: 957-959, 2005.

LE BAILLY, M. *et al*. New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old World archaeological site using immunofluorescence and enzyme-linked immunosorbent assays. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 298-300, 2008.

LEGENDRE, J. P.; MARIE, J. & RIEB, J. P. *Contribution à l'Etude de l'Etat Sanitaire de la Population Strasbourgeoise à la Fin du Moyen-Âge*. Juan-le-Pins: Archéologie et Médecine, APDCA, 1986.

LELES, D. *et al*. Molecular paleoparasitological diagnosis of Ascaris sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Columbian South American times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LEUZINGER, U. Die Jungsteinzeitliche Seefersiedlung arbon-bleiche 3. Befunde. Frauenfeld, Amt für Archäologie (Archäologie im Thurgau 9), Department Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, Switzerland, 2000.

LOREILLE, O. & BOUCHET, F. Evolution of ascariasis in humans and pigs: a multi-disciplinary approach. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 39-46, 2003.

LOREILLE, O. *et al*. Ancient DNA from *Ascaris*: extraction amplification and sequence from eggs collected in coprolites. *International Journal for Parasitology*, 31: 1.101-1.106, 2001.

MAGNY, M. Holocene lake-level fluctuations in Jura and sub-Alpine ranges, France: regional pattern and climatic implications. *Boreas*, 21: 319-334, 1992.

MAGNY, M. Holocene fluctuations of lake levels in the French Jura and sub-Alpine ranges, and their implications for past general circulation patterns. *Holocene*, 3: 306-313, 1993.

MAGNY, M. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113: 65-79, 2004.

MÉNARD, A. *et al*. Inventory of wild rodents and lagomorphs as natural hosts of *Fasciola hepatica* on a farm located in a humid area in Loire Atlantique (France). *Parasite*, 7: 77-82, 2000.

MÉNARD, A. *et al*. *Myocastor coypus* as a reservoir host of *Fasciola hepatica* in France. *Veterinary Research*, 32: 499-508, 2001.

MILLER, R. L. *et al*. Paleoepidemiology of schistosoma infection in mummies. *British Medical Journal*, 304: 555-556, 1992.

MOORE, P. D. Life seen from a medieval latrine. *Nature*, 294: 614, 1981.

NANSEN, P. & JØRGENSEN, R. J. Fund af Parasitaeg I arkaeologisk materiale fra det vikigetidige Ribe. *Nordisk Veterinaer Medicin*, 29: 263-266, 1977.

NOZAIS, J. P. Hypothèses sur le rôle du Sahara préhistorique dans la répartition de certaines affections parasitaires et hématologiques. *Bulletin de la Société de Pathologie Éxotique*, 80: 121-131, 1987.

NOZAIS, J. P. The origin and dispersion of human parasitic diseases in the Old World (Africa, Europe, and Madagascar). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 13-19, 2003.

ORTNER, D. J. & PUTSCHAR, W. G. J. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1981. (Smithsonian Contributions to Anthropology, 28).

PIKE, A. W. The recovery of parasite eggs from ancient cesspit and latrine deposits: an approach to the study of early parasite infections. *In*: BROTHWELL, D. & SANDISON, A. T. (Eds.). *Diseases in Antiquity*. Springfield: CC Thomas, 1967.

PIKE, A. W. Recovery of helminth eggs from archaeological excavations, and their possible usefulness in providing evidence for the purpose of an occupation. *Nature*, 219: 303-304, 1968.

PIKE, A. W. Parasite eggs. The organic contents of cesspit soil from Southampton and their significance for the archaeologist and biologist. *In*: PLATT, C. & COLEMMAN-SMITH, P. (Eds.). *Excavations in Mediaeval Southampton*. Leicester: Leicester University Press, 1975.

PIKE, A. W. & BIDDLE, M. Parasite eggs in Medieval Winchester. *Antiquity*, 40: 293-296, 1966.

PITRAT, M. & FOURY, C. *Histoires de Légumes: des origines à l'orée du XXIeme siècle*. Versailles: Éditions Quae, 2003.

PLUMIER, H. N. & VANMECHELEN, R. 'Place d'Armes, place aux fouilles' : l'archéologie Namuroise dans le sillage d'un parking souterrain. *Namur Magazine*, 12: 14-15, 1996.

PLUMIER, H. N.; MEES, N. & VANMECHELEN, R. Namur: eléments de topographie urbaine au Bas Moyen Age. *In*: CORBIAU, M. H. *Le Patrimoine Archéologique de Wallonie*. Namur: Ministère de la Région Wallonne, Division du Patrimoine, 1997.

RANA, S. S. *et al*. Parasitic infestations of the biliary tract. *Current Gastroenterology Reports*, 9: 156-164, 2007.

REINHARD, K. J. *et al*. Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitological technique. *Homo*, 37: 217-239, 1987.

REYMAN, T. A. Schistosomal cirrohosis in an Egyptian mummy. *Yearbook of Physical Anthropology*, 20: 356-358, 1976.

ROEVER-BONNET, H. *et al*. Helminth eggs and gregarines from coprolites from the excavations at Swifterbant. *Helinium*, 19: 7-12, 1979.

ROUFFIGNAC, C. Mediaeval man and his worms. *Biologist*, 34: 187-190, 1987.

RUFFER, M. A. Note on the presence of '*Bilharzia haematobia'* in Egyptian mummies of the Twentieth Dinasty (1250–1000 B.C.). *British Medical Journal*, 1: 16, 1910.

RUFFER, M. A. *Studies on the Paleopathology of Egypt*. Chicago: Chicago University Press, 1921.

SCHIBLER, J. & CHAIX, L. L'évolution économique sur la base de données archaéozoologiques. *In:* STÖKLI, W. E.; NIFFELER, U. & GROSS-KLEE, E. *Die Schweiz vom Paläolithikum zum Mitterlater, SPM 2, Neolithikum*. Basel: SGU Verlag, 1995.

SCHIBLER, J. & JACOMET, S. Archaeozoological and archaeobotanical evidence of human impact on Neolithic environments in Switzerland. *In*: BENECKE, N. (Ed.). *The Holocene History of the European Vertebrate Fauna*. Rahden: Verlag Marie Leidorf, 1999.

SCHIBLER, J. *et al*. *Ökonome und Ökologie Neolithischer und Bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee: Ergebnisse der Ausgrabungen Mozartstrasse, Kanalisationssanierung Seefeld, AKAD, Zürich, DOB des Kantons Zürich*. Zürich: Seefeld, Akad, 1997. (Monographien der Kantonsarchäologie Zürich, 20)

SCHLICHTHERLE, H. *Die Sondagen 1973-1978 in den Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. In Siedlungsarchäologie im Alpenvorland I.* Stuttgart: Landesdenkmalmat Baden-Württemberg, Kommissionverlag K. Theiss, 1990. (Forsch. U. Ber. Vor- und Frühgeschicte, 36)

SCHLICHTHERLE, H. *Neue Baudefinde und eine Scherbe der Badener Kultur in der endneolithischen Moorsiedlung Torwiesen II, Bad Buchau, Kreis Biberach. In Archäologische Ausgrabung in Baden-Württemberg 2001*. Stuttgart: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Theiss, 2002.

SCHLICHTHERLE, H. & HOHL, W. Fortschritte der Ausgrabung in der Endneolithischen Moorsiedlung Torwiesen II in Bad Buchau am Federsee, Kreis Biberach, Baden-Württemberg. *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie*, 9: 61-65, 2002.

SHIMALOV, V. V. & SHIMALOV, V. T. Findings of *Fasciola hepatica* Linnaeus 1758, in wild animals in Belorrusian Polesie. *Parasitological Research*, 86: 342, 2000.

SPECHT, K.W. Eine interessante Erdprobe aus einer Abortgrube im Römerkastell Künzing. *Saalburg-Jahrbuch*, 21: 90-94, 1963.

STAUB, J. *Die Pfahlbauten in Die Schweizer Seen*. Zurich: Verlag des Verfassers, 1864.

SZIDAT, L. Uber die Erhaltungsfähigkeit von Helmintheneierm in Vor-undfrühgeschchtlichen Moorleichen. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, 13: 265-274, 1944.

TAYLOR, E. L. Parasitic helminths in mediaeval remains. *Veterinary Record*, 67: 216-218, 1955.

WEISS, D. L. & MÖLLER-CHRISTENSEN, V. An unusual case of tuberculosis in a medieval leper. *Danish Medical Bulletin,* 18: 11-4, 1971.

ZOLLER, H. Alter und Ausmass Postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. *In*: FRENZEL, B. *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwangen in Europa*. Wiesbaden: Steiner Verlag, 1977.

23

Os Achados na Ásia

Adauto Araújo • Luiz Fernando Ferreira

Neste capítulo, aborda-se a importância dos estudos em paleoparasitologia no continente asiático. Mostra-se ainda o quanto se necessita de dados para ampliar a compreensão sobre os caminhos seguidos pelos hospedeiros humanos e os rastros deixados por seus parasitos específicos. Estes traços podem ser recuperados nos locais por onde passaram os migrantes humanos, durante os milhares de anos que antecederam o povoamento das Américas (Araújo *et al.*, 2008).

A paleoparasitologia na Ásia tem uma longa história. Talvez não seja tão antiga quanto os estudos no Egito ou quanto a tradição europeia e americana, mas surgiu cedo, em bases sólidas, com seus pesquisadores. Um dos primeiros artigos sobre parasitos em material arqueológico no continente asiático, embora raramente citado por pesquisadores no Ocidente, foi o de Chen (1956), em que descreve ovos de *Clonorchis sinensis* em coprólitos retirados de um corpo datado da dinastia Ming, enterrado em 1513, nos subúrbios de Guangzhou.

Outro pesquisador chinês, Ou Wei (1973), publicou resultados da necropsia de uma múmia chinesa datada de 2.100 anos, pertencente à dinastia Han (206 a.C. a 220 AD). Pelas análises arqueológicas, concluiu-se que se tratava da viúva do marquês de Tai. Este estudo é bastante detalhado, com tecidos examinados à microscopia óptica e eletrônica de transmissão. A mulher tinha grave lesão coronária e diversas partes de seu corpo tinham alterações ateroscleróticas. O duto hepático estava bloqueado por cálculo, e como não havia sinais de lesões causadas por tempo prolongado ao leito, Wei (1973) concluiu que ela havia morrido de ataque cardíaco provocado por cólica biliar.

Ao exame radiológico, havia lesão calcificada de tuberculose. Wei (1973) descreveu o encontro de ovos de tricuros (*Trichuris trichiura*) e oxiúros (*Enterobius vermicularis*) no conteúdo intestinal e ovos de *Schistosoma* (sem caracterizar a espécie) no fígado. Hall (1974) e, mais tarde, Freedman e Proust (1978) referem-se à necropsia deste mesmo corpo, confirmando a presença dos parasitos descritos por Ou Wei (1973) no intestino e fígado, e as lesões pulmonares de tuberculose.

Segundo Han e colaboradores (2003), ovos de *Clonorchis sinensis*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Enterobius vermicularis* e *Schistosoma japonicum* foram encontrados em corpos mumificados correspondentes às

dinastias Han e Chu, na China (Chen & Hung, 1981; Wei *et al.*, 1981; Hu, 1984; Yang *et al.*, 1984; Su, 1987; Wu, Guan & Zhou, 1996), cujas datações situam-se até 2.100 anos.

Witenberg (1961) descreveu ovos de *Trichuris trichiura* e cistos de *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* e *Chilomastix meslini* em coprólitos escavados em região próxima ao mar Morto e datados de 1.800 anos. No artigo, relata-se o primeiro encontro de protozoários em material antigo, mas não há descrição precisa das técnicas usadas e tampouco se publicaram fotografias dos parasitos. Porém, a precisão na identificação de cada um dos protozoários, diferenciando os cistos de amebas, e na identificação de cistos de *Chilomastix mesnili* pressupõe segurança no diagnóstico e uso adequado das técnicas de coloração, embora não descritas. Porém, deve-se assinalar a enorme dificuldade de encontrar protozoários em coprólitos, devendo-se, por esta razão, sempre testar técnicas alternativas de diagnóstico.

Em nenhum dos artigos em paleoparasitologia publicados posteriormente se conseguiu evidenciar a presença de cistos de protozoários, exceto em raríssimos casos (Le Bailly *et al.*, 2008). Tal fato torna o relato de Witenberg (1961) um dos achados mais excepcionais em paleoparasitologia, em virtude da diversidade de espécies de protozoários encontradas, embora possa ser criticado por sua falta de precisão na descrição metodológica e documentação fotográfica.

Um artigo muito interessante, publicado por Dubinina (1972), relata a presença de ovos de *Alfortia edentatus* em coprólitos de cavalos datados do Pleistoceno, na Rússia.

Liangbiao e Tao (1981) mostraram ovos de *Opistorchis* sp. e de *Clonorchis sinensis* em detalhes, com uso da microscopia eletrônica, encontrados em um corpo mumificado, na China. Cheng (1984) comenta esse e outros achados em corpos mumificados chineses. Em um deles, a marquesa de Tai, referida anteriormente, Cheng (1984) confirma a morte por enfarte do miocárdio após oclusão coronariana.

Em outro corpo mumificado, pertencente à dinastia Han e examinado 2.142 anos após sua morte, encontravam-se ovos de diversos helmintos intestinais, como tênia, tricuros e *Clonorchis sinensis*. Cheng (1984), ao mencionar a presença de ovos de *Schistosoma japonicum*, faz um comentário curioso. Segundo ele, o nome do parasito não seria apropriado, uma vez que se encontrava parasitando chineses muito antes do aparecimento do Japão como país. O resultado da necropsia mostrou que, embora nesse indivíduo também houvesse lesões arteriais graves, as causas da morte foram peritonite difusa por perfuração de úlcera gástrica, complicada por choque séptico, e coagulopatia intravascular disseminada.

Mikhailov, Kuznetsov e Zhdanov (1984) descrevem a necropsia de um mamute encontrado na Sibéria datado de 10.000 anos. Ao examinarem o conteúdo intestinal do mamífero à microscopia eletrônica, descrevem partículas esféricas, identificadas como partículas virais, mas, apesar das tentativas, não conseguem isolá-las em cultura de células.

Zias e Mumcuoglu (1991) descrevem o encontro de cisto hidático calcificado quando do exame de câmara mortuária culturalmente associada ao período romano, do primeiro século de nossa era. Tratava-se de duas estruturas de cerca de 2,5 cm de diâmetro, ocas e calcificadas. Por comparação com as descrições de outros autores (Møller-Christensen, 1971; Wells & Dallas, 1976), concluem pelo diagnóstico de cistos hidáticos, em decorrência da infecção por *Echinococcus granulosus*. Chamam a atenção de parasitologistas e arqueólogos para esse encontro, que poderia passar despercebido e, portanto, descartado por esses especialistas, em virtude de sua grande semelhança com seixos comuns.

Hershkovitz e colaboradores (1992) descrevem uma lesão em corpo parcialmente preservado como possível caso de maduromicose. Essa lesão caracteriza-se por nódulos micelianos formados por grãos de bactérias ou fungos que provocam vesículas e abscessos, com inchaço crônico localizado principalmente em pés ou mãos. Tratava-se de um esqueleto encontrado em Bet Gruvin, Israel, datado de 1.500 anos. As lesões, segundo os autores, eram compatíveis

com maduromicose, possivelmente por infecção por *Nocardia caviae* e, em virtude de sua raridade na região, concluem que o caso não seria autóctone. Mas esse diagnóstico pode suscitar dúvidas, pois alguns micologistas preferem chamar de maduromicose os casos provocados por fungos, ou eumicetomas, ao passo que os casos cujos agentes são actinomicetos são referidos simplesmente como micetomas.

Morimoto (1993) descreve o estudo feito em múmias budistas no Japão e comenta que a preservação de material orgânico não deveria ser esperada em uma região úmida como aquela em que se encontravam as múmias (Saishoji Temple, Teradomari, Niigata Prefecture) no país. Porém, os três tipos de mumificação referidos por Vreeland Jr. e Cockburn (1980) – natural, intencionalmente natural e artificial – podem ser encontrados nas múmias budistas japonesas.

Mitchell (1993) estuda ocorrências de hanseníase em Israel, apresentando o caso do rei Balduíno IV, no período das Cruzadas, séculos XII e XIII, morto em 1185 AD (*Anno Domini*). Discute as teorias sobre a entrada da infecção por *Mycobacterium leprae* no Oriente Médio e suas denominações na antiguidade: o que chamavam de lepra, na época do rei, poderia ser tanto a própria doença de Hansen como a sífilis endêmica, pois os médicos daquele tempo não distinguiam uma da outra, além de outras lesões de pele.

O autor considera também que a doença do rei Balduíno talvez ter sido uma treponematose, e não a hanseníase, como discutido anteriormente por outros autores, ao se referirem à antiguidade da sífilis (Baker & Armelagos, 1988). A descrição da evolução da doença foi feita por seu preceptor, Guilherme de Tiro, que se refere à descoberta da insensibilidade nas suas mãos ainda criança. Já no trono, Balduíno mal conseguia manter-se de pé, havia perdido a visão, e as extremidades de seu corpo, mãos e pés, estavam cobertas de ulcerações. O rei faleceu aos 24 anos.

No entanto, Mitchell (1993) descarta a possibilidade de se tratar de um caso de sífilis, por diversas razões. A primeira é que o rei foi tratado por um dos mais respeitados médicos egípcios à época, que não prescreveu medicamentos indicados para os casos de sífilis, ou de outras doenças cutâneas, os quais poderiam ter melhorado o quadro. Em segundo lugar, a distribuição das lesões é característica de hanseníase, não de sífilis, afetando as extremidades e a face. Por fim, a natureza das lesões sugere muito mais hanseníase do que sífilis endêmica. Embora ambas produzam ulcerações cutâneas, a forma lepromatosa da hanseníase está associada à anestesia e à perda de extremidades, o que não acontece na sífilis.

Mitchell (1993) discute a teoria de que a forma tuberculoide da hanseníase desenvolveu-se gradualmente, surgindo somente depois de vários séculos. Comenta casos de descrição em esqueletos e múmias cujo padrão de distribuição das lesões é semelhante ao descrito para o rei Balduíno, concluindo que o caso dele era de hanseníase na forma lepromatosa, como era de se esperar, para a época.

Rao, Vasulu e Rector Babu (1996) descrevem um possível caso de treponematose na Índia, datado do período megalítico.

Tayles (1996) estuda os fatores que poderiam levar a lesões ósseas, características de problemas de anemia, na pré-história do sudeste asiático. Examinou esqueletos datados de 4.000 anos, encontrados na costa da Tailândia, com evidências de anemia grave, e concluiu que as hemoglobinopatias poderiam ter sido responsáveis pelas lesões mostradas na população pré-histórica. Isso poderia implicar que tanto a malária como a consequente resposta genética do hospedeiro humano tiveram uma longa e profunda influência na vida dos povos do Sudoeste asiático.

Mitchell e Stern (2000) descrevem ovos dos parasitos *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* e *Diphyllobothrium latum* encontrados em latrinas de um hospital cruzado, no território de Israel. O hospital era usado tanto pelos cruzados como por peregrinos doentes, mas as latrinas foram destruídas e nunca mais usadas após o assalto das

forças islâmicas no ano de 1291. O comentário final é muito interessante, pois ressalta que o último parasito citado, transmitido ao hospedeiro humano pela ingestão de carne de peixe crua ou mal cozida não é endêmico no Oriente Médio, mas sim nos países do norte da Europa. O período estudado compreende o século XIII ao XVIII.

Han e colaboradores (2003) descrevem uma série de parasitos em material de origem humana na Coreia, incluindo ovos de *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* e *Clonorchis sinensis*, entre outros não identificados. As datações variaram de 668 a 935 AD, período correspondente à dinastia Shilla, mas há também um sítio datado de 2000–1000 anos a.C., correspondente à Idade do Bronze, material datado de 100 anos a.C. a 650 AD, correspondente aos reinados de Shilla, Koguryo e Paekje, e material datado de 1400 a 1900 AD, correspondente à dinastia Chosen. Nesse artigo, Han e colaboradores (2003) relatam uma interessante história da paleoparasitologia na Coreia, pouco conhecida no meio ocidental. Os primeiros estudos foram feitos em 1997, em sedimentos orgânicos escavados em terreno pantanoso, com datação de cerca de 100 anos a.C., em que se encontraram ovos de *Ascaris* sp. e *Trichuris* sp. O material está arquivado no Museu Nacional de Kwangju. Por fim, os autores se referem à infecção por *Ascaris lumbricoides*, *Clonorchis sinensis* e *Trichuris trichiura*, tanto na Coreia como na China, há, pelo menos, 2.300 anos.

Matsui, Kanehara e Kanera (2003) contam a história da paleoparasitologia no Japão, especialmente dedicada ao exame de sedimentos em latrinas e coprólitos. Os estudos se iniciaram com o retorno de Akira Matsui da Inglaterra, onde aprendeu com Andrew Jones, na Universidade de York, as técnicas de exame paleoparasitológico. O início foi muito difícil, pois não se guardavam os resíduos das escavações, particularmente o conteúdo de latrinas e outros dejetos descobertos em sítios arqueológicos, descartados dos objetos antes de serem expostos. Mas ele foi chamado a participar das escavações no Palácio Fujiwara, ao final da década de 1980, onde conseguiu coletar amostras de fossas e latrinas e levou-as para exames por outros especialistas. As datas correspondentes às escavações situam-se entre 600 e 710 AD. Os parasitos encontrados foram *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Metagonimus yokogawai*, *Clonorchis sinensis* e ovos de *Taenia* sp., indicando hábitos alimentares da época, referindo-se especialmente aos parasitos transmitidos pela ingestão de peixes sem cozimento. Os autores comentam a introdução de *Ascaris lumbricoides* no Japão, coincidente com a chegada da cultura do arroz pelos chineses.

Donoghue e colaboradores (2004) descrevem a história da tuberculose com uso das técnicas de biologia molecular, ao recuperarem o material genético do parasito em vestígios arqueológicos. Referem-se particularmente ao Oriente Médio, mas reveem material procedente de todo o globo. Usam o termo 'paleomicrobiologia', uma nova disciplina, para denominar o estudo de bactérias em material arqueológico. Porém, se adotado, como neste livro, o conceito amplo de parasito (Ferreira & Araújo, 2005), 'paleoparasitologia' e 'paleomicrobiologia' passam a significar a mesma coisa. Donoghue e colaboradores (2004) discutem os resultados obtidos com as técnicas de biologia molecular e suas limitações quanto à recuperação de material genético de parasitos de vestígios arqueológicos. Comentam sobre a origem da infecção por *Mycobacterium tuberculosis*, descartando a hipótese de que estaria associada à domesticação dos bovinos, ocorrida há cerca de 10.000, 15.000 anos. A conclusão de seus estudos leva a apontar que as linhagens modernas de *Mycobacterium tuberculosis* deu-se há cerca de 15.000, 20.000 anos, antes de se disseminar por todo o globo. Os autores ressaltam a necessidade de mais estudos, especialmente em material arqueológico precedente às grandes navegações.

Seo e colaboradores (2007) descrevem achados de parasitos em corpo mumificado de uma criança coreana do século XV, considerada como do período medieval, que compreende do século X ao XIX, correspondente à dinastia Joseon. A procura por helmintos intestinais foi feita em coprólitos retirados do reto com uso de endoscópio e reidratados pelo método convencional em solução aquosa de fosfato trissódico. Os resultados mostraram ovos de *Trichuris trichiura*, *Ascaris lumbricoides* e *Clonorchis sinensis*, sendo que os da primeira espécie chamaram a atenção por serem muito mais numerosos em comparação com os das outras duas.

A paleoparasitologia na Ásia tem interesse especial para os dados paleoparasitológicos nas Américas, uma vez que as teorias e o conhecimento sobre o povoamento pré-histórico do Novo Mundo mostram estreitas relações entre populações de origem asiática e aquelas que originaram os diversos grupos populacionais americanos. A contribuição da paleoparasitologia tem sido relevante para os estudos de migrações pré-históricas para as Américas, como comentado por diversas vezes em capítulos deste livro. Assim é que Sorenson e Johannessen (2004, 2009) reúnem evidências de contatos transoceânicos, com ênfase no tráfico de espécies vegetais, mas considerando também as verminoses intestinais (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981). Referem-se a espécies de helmintos, bactérias, vírus, fungos e ao que chamam micropredadores. Mostram também o compartilhamento de espécies animais, pelo menos seis delas, entre o continente asiático e as Américas, que seria evidência de viagens intencionais de um continente a outro, por mar.

Porém, as evidências obtidas com as espécies vegetais excedem em número todas as outras. Os autores mencionam o artigo de Stephan Jay Gould (1994) em que este diz: "uma espécie surge em um único lugar e em um único momento". Sorenson e Johannessen (2004) comentam que quando uma espécie se encontra nas Américas antes da chegada de Colombo e outros navegadores seiscentistas, assim como em outras partes do mundo como Oceania, Ásia, Europa ou África, isso demanda uma explicação. No caso, descartam o transporte pelo vento ou qualquer outro mecanismo natural, de sucesso implausíve. Listam 98 espécies de plantas que consideram como evidências decisivas de organismos que existiam nos hemisférios ocidental e oriental antes da primeira viagem de Colombo.

As evidências são provenientes de macrofósseis, pólen, fitólitos, DNA, mostrando a presença de espécies vegetais em locais que não seriam os de sua origem, tanto em um quanto em outro continente. Usam também informações em textos antigos e representações artísticas que, confiavelmente, podem ser identificadas em nível de espécie.

Um dos aspectos explorados por Montenegro, Avis e Weaver (2007) é a introdução da batata-doce, *Ipomoea batatas*, natural da América do Sul, e provavelmente domesticada há cerca de 4.000 anos, na Polinésia, possivelmente por viagens acidentais. Nesse caso, o caminho seria inverso, isto é, das Américas para a Ásia, o que poderia levar também à circulação de parasitos. Essas viagens marítimas são reconstruídas com base em modelagens e simulações, atendendo às probabilidades de percursos mais curtos e viáveis para a sobrevivência dos navegadores.

As relações entre populações asiáticas e americanas no passado estão ainda por ser esclarecidas, e muitas têm sido as tentativas. Por exemplo, Montenegro e colaboradores (2006a) recriam possíveis navegações transoceânicas e os menores tempos de um continente a outro, pelo oceano Pacífico ou pelo Atlântico. Essa reconstituição ainda está em andamento, mas os estudos em bioarqueologia, sobretudo com a contribuição da paleoparasitologia, aliados a outras ciências, como a modelagem paleoclimática (Montenegro *et al.*, 2006b), são uma das maneiras mais seguras para se obter um desenho realista do passado.

Ainda há muito a explorar na paleoparasitologia do continente asiático, caminho de migrações pré-históricas em direção às Américas. De lá partiram grupos humanos com seus parasitos. Muitos desses foram capazes de atravessar a barreira de frio e gelo da ponte de Bering, há pelo menos 15.000 anos.

Contudo, outros parasitos foram perdidos por não conseguirem manter seu ciclo de vida sob o clima rigoroso entre a Sibéria e Alasca (Araújo *et al.*, 2008). Só esse aspecto, por si já bastante explorado, continua a suscitar a curiosidade dos pesquisadores, parasitologistas, arqueólogos, bioantropólogos, entre outros. Mas há outros panoramas que ainda precisam ser mais bem entendidos, como a introdução de parasitos do continente para as ilhas, como discutido por Matsui, Kanehara e Kanehara (2003) e as mudanças no parasitismo encontrado em sítios arqueológicos na Coreia (Shin *et al.*, 2009a). A isso devem-se acrescentar as novas técnicas de microscopia eletrônica, cujo detalhamento morfológico permite determinar, com cada vez maior segurança, os restos alimentares e as espécies de parasitos encontradas (Shin *et al.*, 2009b).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia,* 41: 873-881, 1981.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasites as probes of human migrations? *Trends in Parasitology*, 24: 112-115, 2008.

BAKER, B. J. & ARMELAGOS, G. J. The origin and antiquity of syphilis. *Current Anthropology*, 29: 703-737, 1988.

CHEN, X.T. Medical parasitology. *Public Health Publications* (Beijing, China), s/n: 155-156, 1956.

CHEN, L. B. & HUNG, T. Scanning electron microscopic view of parasitic worm ova in ancient corpse. *Acta Chinese Academy of Medical Science*, 3: 64-65, 1981.

CHENG, T. O. Glimpses of the past from the recently unearthed ancient corpses in China. *Annals of Internal Medicine*, 101: 714-715, 1984.

DONOGHUE, H. D. *et al*. Tuberculosis from prehistory to Robert Koch as revealed by ancient DNA. *Lancet Infectious Diseases*, 4: 584-592, 2004.

DUBININA, M. N. [The nematode *Alfortia edentatus* (Looss 1900) from the intestine of an upper Pleistocene horse]. *Parazitologyia*, 6: 441-443, 1972.

FERREIRA, L. F. & ARAÚJO, A. Parasitismo, doença parasitária e paleoparasitologia. *In*: COURA, J. R. (Org.). *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

FREEDMAN, A. & PROUST, A. Nothing new under the sun. *Medical Journal of Australia*, Apr. 8: 392, 1978.

GOULD, S. J. In the mind of the beholder. *Natural History,* 103: 14-23, 1994.

HALL, A. J. A Lady from China's past. *National Geographic Magazine*, 145: 660-681, 1974.

HAN, E. T. *et al.* Detection of parasite eggs from archaeological excavations in the Republic of Korea. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: 123-126, 2003.

HERSHKOVITZ, I. *et al.* Unusual pathological condition in the lower extremities of a skeleton from ancient Israel. *American Journal of Physical Anthropology*, 88: 23-26, 1992.

HU, S.Y. Study on the parasite eggs in an ancient corpse from Zhangguo Chu Tomb n. 1 in Mashan brick-field of Jiangling County, Hubei. *Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases*, 2: 8, 1984.

LE BAILLY, M. *et al.* New finding of *Giardia intestinalis* (Eukaryote, Metamonad) in Old Worldarchaeological site using immunofluorescence and enzyme-linked immunosorbent assays. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(3): 298-300, 2008.

LIANGBIAO, C. & TAO, H. Scanning electron microscopic view of parasite worm ova in an ancient corpse. *Acta Academiae Sinicae*, 3: 64-65, 1981.

MATSUI, A.; KANEHARA, M. & KANEHARA, M. Paleoparasitology in Japan: discovery of toilet features. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 127-136, 2003.

MIKHAILOV, M. I.; KUZNETSOV, S. V. & ZHDANOV, V. M. Electron microscopy of the intestinal content of a mammoth. *The Lancet*, 2: 111-112, 1984.

MITCHELL, P. D. Leprosy and the case of King Baldwin IV of Jerusalem: mycobacterial disease in the crusader states of the 12th and 13th centuries. *International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases*, 61: 283-291, 1993.

MITCHELL, P. D. & STERN, E. Parasitic intestinal helminth ova from the latrines of the 13th century crusader Hospital of St. John in Acre, Israel. *In:* PALEOPATHOLOGY ASSOCIATION, BIENNIAL EUROPEAN MEETING, 13, 2000, Chieti, 2000.

MØLLER-CHRISTENSEN, V. Leprosy, echinococcosis, and amulets: a study of medieval Danish inhumation. *Medical History*, 15: 260-267, 1971.

MONTENEGRO, A.; AVIS, C. & WEAVER, A.J. Modelling the pre-historic arrival of the sweet potato in Polynesia. *Journal of Archaeological Science*, 35: 355-367, 2007.

MONTENEGRO, A. *et al.* Modelling pre-historic transoceanic crossings into the Americas. *Quaternary Science Reviews*, 25: 1.323-1.338, 2006a.

MONTENEGRO, A. *et al.* Parasites, paleoclimate and the peopling of the Americas: Using the hookworm to time the Clovis migration. *Current Anthropology*, 47: 193-200, 2006b.

MORIMOTO, I. Buddhist mummies in Japan. *Acta Anatomica Nipponica*, 68: 381-398, 1993.

RAO, V. V.; VASULU, T.S. & RECTOR BABU, A. D. W. Possible paleopathological evidence of treponematosis from megalithic site at Agripalle, India. *American Journal of Physical Anthropology*, 100: 49-55, 1996.

SHIN, D. H. *et al*. Finding ancient parasite larvae in the sample from a male living in the late 17th century Korea. *The Journal of Parasitology*, 95: 768-771, 2009a.

SHIN, D. H. *et al.* Scanning electron microscope study of ancient parasite eggs recovered from Korean mummies of the Joseon Dynasty. *The Journal of Parasitology*, 95(1): 137-145, 2009b.

SEO, M. *et al*. Paleoparasitological report on the stool from a medieval child mummy in Yangju, Korea. *The Journal of Parasitology*, 93: 589-592, 2007.

SORENSON, J. L. & JOHANNESSEN, C. L. Scientific evidence for pre-Columbian transoceanic voyages to and from the Americas. *Sino-Platonic Papers* 133, 2004. Disponível em <http://farms.byu.edu/publications/transcripts/?id=154>. Acesso em: 20 set. 2010.

SORENSON, J. L. & JOHANNESSEN, C. L. World trade and biological exchanges before 1492. Disponível em: <iUniverse.com>. Acesso em: 2009.

SU, T. C. A scanning electron microscopic study on the parasite eggs in an ancient corpse from a tomb of Chu dynasty, the Warring State, in Jiangling County, Hubey Province. *Journal of Tongji Medical University*, 7: 63-64, 1987.

VREELAND JR., J. M. & COCKBURN, A. Mummies of Peru. *In*: COCKBURN, A. & COCKBURN, E. (Eds.). *Mummies, Disease and Ancient Cultures.* Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

TAYLES, N. Anemia, genetic diseases and malaria in prehistoric Mainland Southeast Asia. *American Journal of Physical Anthropology*, 101: 11-27, 1996.

WEI, O. Internal organs of a 2,100 year old corpse. *The Lancet*, 7839: 1198, 1973.

WEI, D. X. *et al*. Parasitological investigation on the ancient corpse of the western Han dynasty unearthed from tomb n. 16 on Phoenix Hill in Jiangling County. *Acta of the Academy of Medicine Wuhan*, 1: 16-23, 1981.

WELLS, C. &, DALLAS, C. Romano-British pathology. *Antiquity*, 50: 53-55, 1976.

WITENBERG, G. Human parasites in archaeological findings. *Bulletin of the Israel Exploration Society*, 25: 86, 1961.

WU, Z.; GUAN, Y. & ZHOU, Z. Study of an ancient corpse of the Warring States period unearthed from Tomb n. 1 at Guo-Jia Gang in Jingmen City (a comprehensive study). *Journal of the Tongji Medicine University*, 16: 1-5, 10, 1996.

YANG, W. Y. *et al.* Parasitologic investigations on the ancient corpse of Chu dynasty the warring states unearthed from the Ma-zhuan tomb n. 1, Jiangling County. *Acta of the Academy of Medicine Wuhan*, 14: 43-45, 1984.

ZIAS, J. & MUMCUOGLU, K. Y. Case reports on paleopathology: calcified hidatid cysts. *Paleopathology Newsletter*, 73: 7-8, 1991.

24

Os Achados na Oceania

Luiz Fernando Ferreira • Adauto Araújo

Entre todos os continentes, a Oceania é o que menos contou com pesquisas sobre parasitos na antiguidade. Há alguns relatos sobre aspectos paleopatológicos, com descrição de lesões atribuídas a bactérias, especialmente *Mycobacterium leprae*.

Por exemplo, Trembly (1994) discute a antiguidade da infecção por *Mycbacterium leprae* na região da Micronésia, destacando, em nota publicada no simpósio da Sociedade de Paleopatologia, sua participação no exame de setecentos esqueletos de indivíduos pré-hispânicos das ilhas Mariana. Em oito indivíduos o autor identificou lesões patognomônicas de hanseníase, confirmadas por especialistas, o que atestaria os mais antigos casos da doença nessa parte do globo.

Um dos primeiros artigos sobre parasitos intestinais relata o encontro de ovos de *Ascaris lumbricoides* em coprólitos da Nova Zelândia (Andrews, 1979), com datação de 150 a 200 anos antes do presente (AP). No artigo, ele comenta que não existiam informações sobre parasitos que os Maori pudessem ter introduzido na Nova Zelândia, mas ressalta que tais dados poderiam ser obtidos pelo exame de material recolhido de sítios arqueológicos. Andrews (1979) relata o encontro que fez de ovos de *Ascaris* em coprólitos humanos, compatíveis, pelas mensurações, com ovos de *Ascaris lumbricoides* (50 μ X 35 μ), datados de 150–200 anos AP (antes do presente). Seriam testemunho de que os Maori trouxeram esse parasito de sua região de origem para a Nova Zelândia. Porém, ele não é taxativo nessa afirmação, pois essa data é muito próxima do contato com europeus.

Anteriormente, Andrews (1976a) havia comentado esses achados, discutindo as infecções parasitárias entre os Maori em tempos pré-europeus, também destacando sua importância para o conhecimento das infecções introduzidas e autóctones no continente. Separa as parasitoses registradas na Nova Zelândia em três tipos: aquelas que considera típicas de humanos, as transmitidas por animais a humanos e aquelas típicas de humanos, mas introduzidas por humanos de outros continentes em seus movimentos migratórios.

O autor separa dados de populações nativas daqueles referentes a grupos de origem europeia, destacando encontros de *Enterobius vermicularis* e *Trichuris trichiura* como originais na região, isto é, anteriores ao contato europeu.

Essas evidências, no entanto, não são as mesmas em relação à infecção por *Ascaris lumbricoides*, encontrado em prevalências muito menores na população nativa e aparentemente mais comum naquelas de origem europeia, o que o leva a aventar a hipótese de que a ascaríase teria sido introduzida já no período europeu.

A infecção por *Pediculus humanus*, o piolho de cabelos, parece ter sido comum no passado, embora o piolho do corpo não tenha sido mais encontrado. Essa afirmação sobre piolhos da cabeça (Andrews, 1976b) baseia-se em registro histórico de Joseph Banks, em seu diário durante a viagem com o capitão Cook, de 1768 a 1771. No diário, Banks relata seu espanto pela quantidade de piolhos que jamais tinha visto em alguém, quando conheceu os nativos Maori. Isso deve ter sido realmente impressionante, uma vez que piolhos nos próprios cabelos humanos, ou nas perucas dos elegantes europeus de séculos de antanho eram, na verdade, bastante comuns e até mesmo levaram ao uso de ganchinhos que lhes permitissem se coçar por entre as cabeleiras postiças e os próprios pelos. Andrews (1976a) sugere que a malária e a infecção por ancilostomídeos, assim como por filárias (*Loa loa* e *Wuchereria bancrofti*), teriam sido introduzidas por imigrantes de outras localidades.

Essas e outras infecções parasitárias trazem interpretações sobre suas possíveis origens na Nova Zelândia, ou fora dela, com repercussões para interpretações sobre migrações pré-históricas e o povoamento de outros continentes, especialmente as Américas (Araújo, Ferreira & Confalonieri, 1981).

O artigo de Andrews (1976a) é especialmente importante por explorar indícios sobre a presença de infecções parasitárias nas populações nativas regionais e naquelas introduzidas por migrações, embora não explore registro paleoparasitológico. Porém, volta-se a observar que o autor registrou o encontro de ovos de *Ascaris lumbricoides* em coprólitos humanos (Andrews, 1979), mas com datação pós-contato.

Goldsmid (1984) aprofunda a discussão sobre as doenças e vetores introduzidos na Austrália em uma perspectiva histórica, embora sem as devidas bases de comprovações paleoparasitológicas.

Don Brothwell (1976) refere-se às descrições de Spoher e Stewart sobre patologias em esqueletos com datações dos anos 800 de nossa era, feitas em 1952, sobre a presença da bouba na Oceania em tempos pré-históricos. O autor descreve novas evidências dessa doença em período anterior à chegada dos europeus.

Embora os remanescentes ósseos estivessem bem misturados, foi possível identificar pelo menos 169 indivíduos. Desses, cerca de 2% tinham lesões compatíveis com a treponematose. Brothwell (1976) concluiu então que, quando a Austrália foi descoberta, a infecção pelo treponema circulava entre os aborígines, assim como em outras áreas do Pacífico. Porém, não há evidência de sífilis. O pesquisador menciona a possibilidade, levantada por outros estudiosos que se basearam na existência de palavras nativas, da introdução da bouba por traficantes portugueses de escravos africanos, mas os achados paleopatológicos confirmaram a antiguidade anterior à chegada de estrangeiros.

Segundo Talhari e Talhari (2005), a bouba teria surgido na África, com *Homo erectus*, há 1,5 milhão de anos. Essa antiguidade é atestada por achados em esqueletos da Micronésia, em que Trembly (1998) mostra alta prevalência de bouba, com 17 a 27% dos adultos e 10% das crianças com lesões ósseas, com datações de cerca de 800 AD (*Anno Domini*). A autora contesta, com esses achados, a teoria de que a treponematose teria sido levada do Novo Mundo para a Europa por navegadores nórdicos, mostrando que já estava presente na Oceania muito antes desses contatos. Somam-se, a esses resultados, outros anteriores, desenvolvidos por Hope, Goldson e Allen (1983), que demonstraram também lesões ósseas típicas de anemia, hanseníase e bouba, datadas de 1.000 a 300 anos AP.

Clark e Kelly (1993) discutem as implicações das relações entre a genética de gamaglobulina, o paleoambiente, a malária, a seleção natural e a ocupação pré-histórica do arquipélago de Bismarck, na Oceania. Os grupos pré-históricos

da região desenvolveram, há cerca de 3.600 anos, um estilo de artefatos de cerâmica chamado lapita, que depois se difundiu pela Melanésia. Os sítios arqueológicos localizam-se principalmente ao longo da costa, áreas malarígenas.

A discussão, no artigo, está centrada na resistência dos nativos à infecção por *Plasmodium*, o que não se observa em grupos de outras origens. Os argumentos baseiam-se na linguística e na biologia humana, mostrando que, de fato, a cerâmica lapita originou-se entre os falantes austronésios (australo-asiáticos). Com isso, os autores chegam à conclusão de que os estudos multidisciplinares trazem dados que se complementam e sustentam ou refutam teorias sobre o passado da humanidade.

Deve-se citar uma tese de doutorado, por ser pioneira, mas de difícil acesso, pois seu autor (Byrne, 1973) não voltou a publicar sobre análise de coprólitos. Byrne faz comparações entre dietas com base em restos alimentares encontrados em coprólitos de origem humana e canina. Embora não chegue a atingir os objetivos propostos, de identificação de todos os restos vegetais consumidos por humanos, os ossos de animais nos coprólitos de cães foram diagnosticados, mostrando diversidade em sua dieta.

Um dos aspectos mais interessantes em relação aos dados da paleoparasitologia na Oceania, além de permitirem conhecer as infecções nas populações humanas locais que viveram em período anterior ao contato com outros povos, é sua possível relação com as migrações ou contatos marítimos que se deram com povos americanos pré-históricos. Fonseca Filho (1930) chamava atenção para isso ao estudar e comparar parasitoses em povos nativos, relativamente isolados de contato com populações colonizadoras, das Américas, Ásia e Oceania. Um dos exemplos estudados por ele é a *Tinea imbricata*, lesão causada por *Trichophyton concentricum*, chamada de *tokelau* na Ásia e na Oceania e de chimberê entre os indígenas brasileiros. Quando chegaram às ilhas da Oceania e à costa do continente asiático, os navegadores europeus ficaram impressionados com o aspecto peculiar das lesões. Ali, o *tokelau* recebe diversas denominações em diferentes dialetos, o que, segundo o autor, atesta sua origem na região.

Olympio da Fonseca Filho (1930) estudou um grupo de indígenas brasileiros, denominados à época Purú-Borá, do interior de Mato Grosso, na ocasião bastante isolados de contato com qualquer outro grupo humano. Lesões características da dermatose encontravam-se em todos os cinquenta indivíduos do grupo, desde crianças aos adultos mais velhos. Entre eles, chamavam a doença de chimberê, caracterizada por placas circinadas, confluentes, descamativas, pruriginosas e acromia acentuada. O diagnóstico clínico deve ser seguido pelo exame micológico direto e cultura.

Os dois grupos de doenças, *tokelau* e chimberê, têm distribuição geográfica bem definida. Fonseca Filho (1930) explica sua existência em locais tão distantes por migrações pré-históricas para a América do Sul de indivíduos vindos da Oceania. É desse autor a hipótese de migrações transpacíficas de povos asiáticos para as Américas, baseada na ausência de infecção por *Ascaris lumbricoides* entre tribos isoladas da América do Sul e da Oceania. Esse argumento fundamenta-se no dado negativo: o fato de os grupos humanos mais isolados dos dois continentes não se encontrarem parasitados por esse helminto, um dos mais comuns em todo o mundo, apesar de outros parasitos intestinais (ancilostomídeos, ver capítulo 8) terem sido introduzidos por migrações marítimas, serviria como contraprova desse contato.

Porém, essa contraprova negativa mostrou-se errônea, quando os dados da paleoparasitologia molecular começaram a evidenciar que a infecção por *Ascaris lumbricoides*, embora rara, já existia na América pré-colombiana (Leles *et al.*, 2008).

O caso da malária também merece reflexão. Considera-se que a infecção humana por parasitos do gênero *Plasmodium* aconteceu primeiramente na África, e daí dispersou-se para outras regiões por onde existiam condições ambientes, incluindo vetores. A espécie humana é parasitada por espécies de parasitos exclusivos, portanto estenoxenos, que são

três: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium ovale*. Uma quarta espécie, *Plasmodium malariae*, é compartilhada por humanos e chimpanzés.

Na África, a infecção por *Plasmodium vivax* suscitou a seleção do caráter genético Duffy negativo, o que torna os indivíduos portadores resistentes à infecção. Outros fatores genéticos, como a presença de hemoglobina S anormal, assim como os indivíduos heterozigotos com esse carácter, têm infecções benignas por *Plasmodium falciparum*, pois o parasito não consegue completar o ciclo nas hemácias falciformes. Em algumas populações de zonas malarígenas, a seleção natural fez elevar a frequência de caracteres genéticos que protegem os indivíduos, tornando-os mais resistentes à infecção (Rey, 2008).

Quando Clarck e Kelly (1993) discutem a resistência à malária em regiões da Oceania, tal como também se deu em regiões do Mediterrâneo, isso induz a pensar sobre a dispersão das espécies de *Plasmodium* parasitos de humanos em períodos pré-históricos. Os caminhos seguidos pelos migrantes devem, necessariamente, ter passado sempre por regiões onde se encontravam vetores, já que estes são imprescindíveis para se completar o ciclo e manter a transmissão do parasito. Porém, a manutenção da doença nas populações levou a mudanças e à seleção de indivíduos com caráter genético capaz de manter a infecção em níveis baixos de parasitemia.

Os caminhos da malária em populações pré-históricas também podem ser seguidos pelas características genéticas impostas pela relação parasito-hospedeiro, desde que devidamente recuperadas do material arqueológico.

Embora sejam raros os artigos com achados de parasitos em material arqueológico por todo um vasto território como é a Oceania, há casos interessantes, como a descrição de lesões oculares típicas de tracoma, decorrentes da infecção por espécies de *Chlamydia* (Webb, 1990). Euber, Spencer e Cook (2007) discutem a ocorrência de tracoma em populações pré-históricas na América do Norte e fazem uma revisão de outros achados, mencionando o artigo de Webb (1990) sobre o tracoma em populações aborígines da Austrália, em que se baseiam para descrever as lesões.

Há ainda o caso da elefantíase, cujo parasito envolvido é a filária *Wuchereria bancrofti*. Essa doença é conhecida pelas lesões causadas na circulação linfática, levando à deformidade das partes afetadas, especialmente os membros inferiores, mas podendo atingir também outras regiões do organismo. Laurence (1968) discute o diagnóstico de elefantíase entre os polinésios atuais, na época da chegada dos primeiros exploradores, e a forma como a infecção por *Wuchereria bancrofti* foi introduzida na Polinésia.

Havia descrições de lesões nos habitantes da região feitas em 1643, pelo capitão Abel Tasman e, cerca de cem anos mais tarde, em 1777, pelo capitão Cook. O crescimento dos membros pelo edema era conhecido como maldição de São Tomé. Em seu artigo, Laurence (1968) discute especialmente a transmissão das filárias por vetores do gênero *Aedes* e *Culex*, mostrando que havia circulação do parasito tanto à noite quanto durante o dia, de acordo com a presença da espécie de mosquito.

Embora muitos aspectos interessantes ainda precisem ser estudados, pode-se dizer que há pouco avanço da paleoparasitologia na Oceania.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, J. R. H. The parasitology of the Maori in pre-European times. *New Zealand Medical Journal*, 84: 62-65, 1976a.

ANDREWS, J. H. R. Parasites of man in New Zealand: a review. *New Zealand Medical Journal*, 3: 59-67, 1976b.

ANDREWS, J. H. R. *Ascaris* egg in coprolite material. *New Zealand Medical Journal*, 89: 274, 1979.

ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. & CONFALONIERI, U. A contribution to the study of helminth findings in archaeological material in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 873-881, 1981.

BROTHWELL, D. R. Further evidence of treponematosis in a pre-European population from Oceania. *Bulletin of Historical Medicine*, 50: 435-442, 1976.

BYRNE, D. R. Prehistoric coprolites: a study of dogs and human coprolites from prehistoric archaeological sites in the north island of New Zeland. MA Thesis, University of Auckland, 1973.

CLARK, J. T. & KELLY, K. M. Human genetics. Paleoenvironment and malaria: relationships and implication for the settlements of Oceania. *American Anthropologist*, 95: 612-630, 1993.

EUBER, J. K.; SPENCER, S. D.; COOK, D. C. Incidence of trachoma in two prehistoric Lower Illinois River Valley populations. *Paleopathology Newsletter*, 138: 9-12, 2007.

FONSECA FILHO, O. Afinidades parasitológicas e clínicas sobre o Tokelau da Azia e da Oceania e o Chiberê dos indígenas de Mato-Grosso. *Revista Médico-Cirúrgica do Brasil*, 38: 281-291, 1930.

FONSECA FILHO, O. *Parasitismo e Migrações Humanas Pré-Históricas*. Rio de Janeiro: Mauro Familiar Editor, 1972.

GOLDSMID, J. M. The introduction of vectors and disease into Australia: an historical perspective and present day threat. *In*: LAIRD, M. (Ed.). *Commerce and the Spread of Pests and Disease Vectors*. New York: Praeger, 1984.

HOPE, G. S.; GOLSON, J. & ALLEN, J. Palaeocology and prehistory in New Guinea. *Journal of Human Evolution*, 12: 37-60, 1983.

LAURENCE, B. R. Elephantiasis and Polynesian origins. *Nature*, 219: 561-563, 1968.

LELES, D. *et al.* Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenario of ascariasis in pre-Columbian South American times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

REY, L. *Parasitologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

TALHARI, S. & TALHARI, C. Bouba. *In*: COURA, J. R. (Ed.). *Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

TREMBLY, D. On the antiquity of leprosy in Western Micronesia. Papers on Paleopathology, 21st Annual Meeting of the Paleopathology Association, Denver, Colorado. *Paleopathology Newsletter*, 86, suppl.: 11, 1994.

TREMBLY, D. L. Treponematosis in pre-Spanish Western Micronesia. *International Journal of Osteoarchaeology*, 6: 397-402, 1998.

WEBB, S. G. Prehistoric eye disease (trachoma?) in Australian aborigines. *American Journal of Physical Anthropology*, 81: 91-100, 1990.

25

Os Achados na África

Adauto Araújo • Luiz Fernando Ferreira

Não há uma história da paleoparasitologia africana, mas a imensidão de tesouros de suas antigas civilizações sempre atraiu pesquisadores de todo mundo. Porém, há uma longa tradição de grupos de pesquisa no Egito e fora dele dedicados ao estudo e conservação das múmias e outras relíquias dos tempos antigos (Ikram & Dodson, 1998). A África, com suas múmias egípcias, logo chamou a atenção dos cientistas para os estudos sobre aspectos de saúde e doença que poderiam ser revelados nos corpos preservados, encontrados tanto nas tumbas de nobres e faraós como nos cemitérios onde se enterravam as pessoas mais pobres. No caso desses corpos enterrados sem processo algum de mumificação artificial, o clima foi o principal fator responsável pela conservação.

Costuma-se referir que o primeiro trabalho em paleoparasitologia publicado é o de Ruffer (1910a), que encontrou ovos de *Schistosoma haematobium* em cortes histológicos de rins de duas múmias datadas de 1250–1000 a.C., em um total de seis examinadas. Em seu artigo, ele cita o papiro médico, conhecido como papiro de Ebers, no qual se menciona a hematúria, o sintoma mais característico da parasitose.

Embora calcificados, os ovos estavam perfeitamente reconhecíveis por seu espículo na extremidade. Esse diagnóstico foi confirmado por Patrick Manson e Arthur Looss, grandes especialistas da época. Ainda Ruffer (1910b) detalha as técnicas histológicas para recuperar a consistência do tecido mumificado capaz de permitir o uso de cortes em parafina e colorações específicas. No ano seguinte, Ruffer e Ferguson (1911) publicaram um estudo sobre possível caso de varíola em múmia da vigésima dinastia egípcia, cujo diagnóstico seria posto em dúvida por Unna (Lowenstein, 2004).

Nos papiros egípcios, há menção a condições patológicas que podem ser atribuídas a diversas doenças parasitárias. Sánchez-Martín e colaboradores (2005) discutem aspectos do papiro de Ebers, em que há menção a hematúria e a outras manifestações clínicas que são interpretadas como decorrentes da infecção por *Schistosoma haematobium*, já mencionada por Armand Ruffer. Referem que, no *Livro dos Mortos*, há uma frase dizendo que os seguidores de Ra bebem o sangue do seu falo, no que, pode-se supor, talvez fosse uma forma de adoração religiosa: o faraó, tido como divindade, sofria de hematúria, que não era, à época, reconhecida como doença, e beber tal sangue seria uma forma de venerá-lo (Hoeppli, 1972).

Porém, antes de Ruffer (1910a), Hope (1834) havia descrito artrópodes encontrados no exame de múmias egípcias. Em seguida, Mitchell (1900) descreveu um caso de poliomielite em múmia egípcia, com descrição de lesões típicas.

Durante a construção da represa de Aswan, no Egito, nos primeiros anos do século XX, encontraram-se mais de oito mil de corpos mumificados. Muitos foram estudados, mas de maneira superficial, como comentado por Moodie (1923). A construção da represa e o encontro de tantas múmias resultaram no aumento de interesse pelos estudos de corpos mumificados, pois a maioria deles era de cidadãos comuns, cujas famílias não tiveram recursos para embalsamar os corpos de seus parentes, como faziam os nobres e sacerdotes.

Moodie (1923), editor do livro de coletânea com os artigos de Armand Ruffer publicado pouco depois de sua morte (Ruffer, 1921), publicou os próprios estudos em múmias egípcias, descrevendo lesões e interpretando resultados em obra recomendada a todos os interessados em paleopatologia. Outro livro recomendado é o escrito pelo paleopatologista Theodore A. Sandison, ainda sobre as doenças no antigo Egito (Sandison, 1959).

Aidan Cockburn (1963, 1967) publicou duas edições de seu livro sobre a origem e evolução das doenças parasitárias, em que a parte do Egito e Núbia (atual Sudão) tem grande destaque. Sobre a origem dos parasitos humanos, sempre é bom lembrar que da África partiram os ancestrais humanos, e, com eles, seus parasitos, muitos deles herdados de ancestrais primatas. Outros foram adquiridos ao longo de sua evolução (Araújo *et al.*, 2003). Portanto, como destaca Cockburn (1963), a paleoparasitologia torna-se uma das ciências mais capazes de oferecer dados empíricos sobre a ocorrência de infecções no passado, contribuindo, assim, para estudos sobre a origem e evolução das infecções parasitárias, além de sua dispersão com os hospedeiros humanos.

Morse, Brothwell e Ucko (1964) estudaram a tuberculose no Egito antigo, referindo-se às evidências encontradas no Velho e Novo Mundo. À época da publicação de seus estudos, referem-se à baixa confiabilidade nos casos americanos, enquanto em múmias egípcias depositadas em museus desde o início do século XX podem-se encontrar lesões típicas de tuberculose, mostrando que esta doença existia, sem dúvida, no antigo Egito. Os autores usaram tanto os remanescentes humanos (ossos e corpos mumificados), como textos e manifestações artísticas (afrescos e esculturas) para comprovar seus achados.

Møller-Christensen e Hughes (1966) e Møller-Christensen (1967) descreveram casos de hanseníase em múmias egípcias. São trabalhos pioneiros sobre a infecção e doença causadas por *Mycobacterium leprae* em material antigo, sejam corpos mumificados ou lesões ósseas.

Giacometti e Chiarelli (1968) publicaram estudos sobre lesões e outros aspectos dermatológicos de múmias egípcias. As múmias pertenciam ao período pré-dinástico, datadas de 4000 a.C., ou 6.000 anos antes do presente (AP). Embora não se refiram a parasitos, há uma revisão sobre as técnicas de embalsamento egípcias e a conclusão de que o clima seco seria o fator decisivo sobre a preservação das estruturas histológicas. Os autores lembram que estudos sobre doenças em material antigo vêm sendo feitos desde tempos medievais, mas que foi Johan Czermack, em 1852, quem primeiro obteve preparações histológicas satisfatórias de tecidos de múmias egípcias, embora considerem Armand Ruffer como pioneiro. Nesse artigo, comentaram sobre a resistência do tecido cutâneo às intempéries diversas e ao tempo, ressaltando a boa preservação vista nos cortes histológicos. Um dos aspectos mais interessantes é o encontro de hemácias muito bem preservadas, o que levaria outros autores, mais tarde, a procurar vestígios de parasitismo por *Plasmodium* sp., como será comentado adiante.

Hoeppli (1969) escreveu sobre as origens das doenças infecciosas na África e sua posterior dispersão por outros continentes com o tráfico escravo. Nesse livro, ele esquadrinha cada parasito em detalhe, leitura fundamental para os estudos sobre origem e evolução das infecções parasitárias.

A partir da década de 1970, intensificou-se o interesse sobre as doenças evidenciadas durante as necropsias de múmias egípcias, coincidente com a criação da Paleopathology Association em 1973, por iniciativa de Aidan Cockburn, Eve Cockburn, Robin A. Barraco, William, H. Peck e Theodore A. Reyman. Buscaram-se os corpos mumificados em museus, reuniram-se equipes multidisciplinares para seu estudo e vários artigos foram publicados.

A sociedade cresceu e frutificou e, desde o primeiro ano, passou a publicar uma revista científica, a *Paleopathology Newsletter*, que reúne sócios em todo mundo e mantém congressos bianuais nos Estados Unidos, na Europa e na América do Sul.

Harrison (1973) publicou uma carta com comentários sobre alguns artigos, referindo-se a possíveis lesões em uma das múmias mais conhecidas do Egito, então exposta no Museu Britânico. Tratava-se do corpo de Tutancâmon (*Tutankhamun*), que o autor teve oportunidade de estudar, tendo descartado qualquer possibilidade de tumor de suprarrenal, síndrome de Klinefelter, doença de Wilson e pé chato, aventadas por outros nos tais artigos. Alguns comentários também foram feitos por Gray (1973), referindo-se à suposta ginecomastia representada em estátuas e pinturas de Aquenaton (Akhenaten) e Tutancâmon, respectivamente pai e filho. Embora os dois autores não se refiram a infecções parasitárias, esse debate desdobrou-se em mais algumas cartas e artigos, em virtude dessa exposição no Museu Britânico.

Lewin e colaboradores (1974) descreveram necropsia multidisciplinar feita em múmia egípcia do acervo do Museu Real de Ontário (Canadá), datada de 3.200 anos AP. Ressaltaram as lesões hepáticas, atribuindo-as ao que chamaram de cirrose causada por esquistossomíase.

Cockburn e colaboradores (1975) descreveram em detalhes o terceiro estudo multidisciplinar em múmia egípcia datada de cerca de 170 anos a.C. e o encontro de ovos de *Ascaris lumbricoides*. É uma orientação completa das etapas que se devem cumprir para aproveitamento máximo do material arqueológico. Tratava-se de um corpo mumificado denominado PUM II, na ocasião depositado no Museu de Arte da Filadélfia, Estados Unidos (Philadelphia Art Museum). Essa múmia será objeto de diversos artigos, descritos mais adiante.

Reyman (1976) descreveu como cirrose esquistossomótica (atualmente, fibrose hepática) as lesões que encontrou em múmia egípcia datada de 3.200 anos AP, além de ovos de *Taenia* sp. no intestino. Com seus colegas, fez análises histopatológicas nessa mesma múmia egípcia, chamada PUM-2 (ou PUM II), doada para necropsia, pelo Museu da Universidade da Pensilvânia, Estados Unidos (Pennsylvania University Museum – daí sua denominação), ao Museu de Arte da Filadélfia (Reyman, Barraco & Cockburn, 1976). Essa necropsia foi realizada na Escola de Medicina da Universidade Estadual de Wayne (Wayne State University School of Medicine) por uma equipe multidisciplinar, como parte do simpósio sobre morte e doença no antigo Egito (Death and Disease in Ancient Egypt). Embora de origem desconhecida, identificou-se que era um homem de aproximadamente 35 a 40 anos de idade que teria vivido no período ptolomaico, por volta de 170 a.C. Uma série de lesões foram identificadas previamente por exames radiológicos, inclusive linhas de Harris, associadas a períodos de restrição alimentar do indivíduo. Além de detalhes histopatológicos, como placas de ateroma e o diagnóstico de silicose, encontraram-se ovos embrionados de *Ascaris lumbricoides*, mostrando a antiguidade da infecção por este parasito em seu hospedeiro humano. Esses ovos encontravam-se na mucosa intestinal e mostram nitidamente a larva em seu interior.

Os autores chamam atenção para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas técnicas histopatológicas adequadas aos tecidos mumificados, mas que podem ser úteis na medicina forense.

Em 1977, a revista *Canadian Medical Association Journal* publicou uma série de pequenos artigos referentes aos estudos realizados por equipe multidisciplinar na múmia egípcia, datada de 3.200 anos, denominada Nakhta – ROM I

(Royal Ontario Museum). Esse estudo contou com a participação de número grande de pesquisadores de diversas especialidades, talvez o maior até então reunido, coordenados por Gerald Hart e Aidan Cockburn, entre outros (Hart *et al.*, 1977). O exame radiológico ficou a cargo de Rideout (1977). Scott, Horne e Hart (1977) fizeram a descrição da anatomia macroscópica e Lynn e Benitez (1977) detalharam o exame do ouvido externo e interno. Os parasitos são descritos em pequenos artigos. Reyman, Zimmerman e Lewin (1977) referiram o encontro de ovos de *Schistosoma hematobium* e, possivelmente, de *Schistosoma mansoni*, cujos ovos estavam totalmente calcificados mas mostravam ainda restos do espículo lateral. Além desses, os pesquisadores encontraram numerosos ovos de *Taenia* sp. e discutiram a possibilidade de infecção pela espécie oriunda da ingestão de carne suína ou bovina. De Boni, Lenczner e Scott (1977) registraram o achado de *Trichinella spiralis* em cortes histológicos e Horne e Lewin (1977) usaram a microscopia eletrônica para estudar cortes histológicos do corpo mumificado descrevendo ovos de *Taenia* sp. em detalhes na mucosa intestinal. Um dos aspectos mais interessantes é que se tratava do corpo de jovem egípcio de cerca de 14 a 18 anos, cujo sarcófago apresenta características de inscrições e estilo que indicam que pertencia à classe trabalhadora. Representava, portanto, a maioria do povo egípcio (Millet, 1977).

É também dessa época o conhecido artigo em que Peter Lewin descreveu as "múmias que conheceu" (Lewin, 1977). É uma revisão das necropsias feitas pelo grupo da Paleopathology Association.

Tapp (1979) registrou a presença de *Dracunculus medinensis* e *Strongyloides* em múmias datadas de 1000 a 2160 anos a.C. e, mais tarde, descreveu cisto hidático na múmia datada de 1000 anos a.C. (Tapp, 1984).

Dzierzykray-Rogalski (1978) referiu-se a um caso de hanseníase em múmia egípcia. Em seguida, publicou uma síntese de seus estudos em múmias do período ptolomaico egípcio, datadas do segundo século antes de Cristo, ou período ptolomaico. O autor usou dados da paleopatologia para basear conclusões demográficas (Dzierzykray-Rogalski, 1980).

Zimmerman (1979) descreveu um caso fatal de tuberculose no Egito antigo em criança de aproximadamente 5 anos de idade, do período dinástico. Adotou a técnica de reidratação e coloração de tecidos mumificados preconizada por Armand Ruffer e usou a coloração de Ziehl-Neelsen para pesquisa de bacilos álcool-ácido resistentes, com resultados positivos em vértebras e no sangue, encontrados na traqueia e pulmões. Comentou a ausência de evidência da tuberculose em períodos anteriores e sugeriu que a infecção teria surgido no início do período dinástico, há cerca de 5.000 anos, coincidente com a domesticação do boi.

Cockburn e colaboradores (1980) descreveram a necropsia em múmia egípcia, detalhando aspectos de preparo e conservação do corpo. Tratava-se do corpo mumificado denominado PUM II, em que os autores encontraram um único ovo, visto por diversos helmintologistas. De acordo com o texto, os helmintologistas confirmaram tratar-se de ovo de *Ascaris*. Alguns deles fizeram o diagnóstico definitivo de ovo de *Ascaris lumbricoides*. A múmia foi atribuída ao período ptolomaico, cerca de 170 anos a.C.

Millet e colaboradores (1980) descreveram a mumificação na gente simples do antigo Egito, pertencentes à população não nobre, mostrando que o principal fator de preservação sempre foi o clima, o qual prevalece sobre as técnicas empregadas nos indivíduos nobres.

Sandison (1980) comentou os achados de parasitos no antigo Egito, referindo-se às necropsias feitas pelo grupo de paleopatologistas pertencentes à Paleopathology Association em múmias de acervos de museus do Canadá. Concluiu que as infecções por *Ascaris* sp., *Schistosoma haematobium* e *Taenia* sp. já ocorriam entre os antigos egípcios.

Armitage e Clutton-Brock (1981) publicaram curioso artigo sobre múmias de animais domesticados, como os gatos do antigo Egito, pertencentes ao Museu Britânico. Por conta de sua raridade, deve-se mencionar que o Museu Nacional

da Universidade Federal do Rio de Janeiro dispõe de exemplares em seu acervo. Nossa equipe examinou amostras colhidas de um felino mumificado, com resultados negativos para parasitos à microscopia óptica. Porém, resta ainda fazer testes para outros parasitos, como, por exemplo, *Toxoplasma gondi*, com uso das técnicas da biologia molecular.

Aidan Cockburn (1981) enviou carta ao editor da revista *The Lancet* em resposta a críticas recebidas ao livro que publicou com colegas, *Mummies, Diseases, and Ancient Cultures*. Comentou os achados de parasitos descritos no livro e o cuidado com que foram feitos os diagnósticos.

Na carta, Cockburn deteve-se, especialmente, nas infecções parasitárias da antiga região do rio Nilo, comentando sobre possível resultado de malária em necropsia feita na múmia ROM I, mencionada anteriormente. Ele levou, a especialistas, amostras que continham hemácias, assim como outros tecidos, para pesquisa do parasito diretamente ou com uso de técnicas sorológicas. Um dos grupos de especialistas foi o de Guy, Krotosky e Cockburn (1981). Os testes com anticorpos fluorescentes foram feitos na London School of Hygiene and Tropical Medicine, mas resultaram inconclusivos.

Lewin (1982) descreveu possível caso de varíola em múmia egípcia em comunicação científica à Paleopathology Association, durante sua nona reunião anual.

Deelder e colaboradores (1990) usaram técnicas sorológicas para diagnóstico de esquistossomíase em múmias egípcias, mas não definiram a espécie de parasito, se *Schistosoma mansoni ou Schistosoma haematobium*. Essa múmia foi datada de 1198-1150 anos a.C.

Em seguida, Miller e colaboradores (1992, 1993) publicaram interessantes argumentações sobre a paleoepidemiologia da esquistossomíase na África, com base nos resultados obtidos pelas técnicas sorológicas e encontro de ovos do parasito em múmias egípcias. As duas possibilidades de infecção pelas espécies *Schistosoma haematobium* e *Schistosoma mansoni* foram examinadas, mas os resultados positivos referiram-se apenas à primeira. Nesse estudo, usaram o tecido de múmias chilenas como controle para as reações sorológicas.

Palma (1991) descreveu lêndeas em múmias datadas entre os séculos V e VI, no Egito, encontradas em pentes usados à época.

Strouhal (1991) publicou dois casos de tuberculose em vértebras. Um deles em um indivíduo adulto, de cerca de 45 a 55 anos, encontrado no Egito, datado da 21ª dinastia. A lesão caracterizava-se por fusão de T9-L1 e deformação no corpo de T8, mas com cicatrização completa e adaptação da coluna à posição decorrente. No outro caso, descrito em um indivíduo jovem, de 22 a 24 anos, datado do século VI a X AD (*Anno Domini*), na Núbia, foi encontrado um processo progressivo comprometendo toda coluna torácica e lombar.

O autor fez uma revisão sobre a tuberculose no Egito e regiões próximas, reunindo seis casos retratados de tuberculose em iconografias, trinta casos em esqueletos e dois em múmias, além dos dois casos descritos em seu artigo, tanto no antigo Egito como na Núbia. Esse estudo foi apresentado durante o simpósio da Paleopathology Association em Zagreb, Iugoslávia, em 1988, denominado Human Paleopathology: current syntheses and future options, coordenado por Donald Ortner e Arthur Aufderheide.

Buikstra, Baker e Cook (1993) discutiram as doenças infecciosas no antigo Egito, suas possíveis origens e o modo como se dispersaram para outras regiões. Outro aspecto por ele abordado foi o impacto dessas doenças sobre a população.

Spigelman e Lemma (1993) usaram as técnicas de biologia molecular para diagnóstico de tuberculose em múmias egípcias. Sua proposta foi pioneira, pois testaram ossos com base no pressuposto de que poderiam ainda reter DNA residual da bactéria. Os resultados foram promissores e abriram novos caminhos para a paleoparasitologia molecular.

Miller e colaboradores (1994) descreveram a malária em múmias egípcias datadas de 3200 a.C., diagnosticando a infecção por *Plasmodium falciparum* com uso de *kits* de diagnóstico imunológico. Esse estudo foi muito interessante e abriu portas para novas investigações.

Fulcheri e colaboradores (1994) fizeram um inventário de múmias egípcias nos museus italianos, compreendendo 29 coleções registradas. O material é avaliado quanto ao seu estado, e tratamentos para sua preservação são propostos. Para isso, procederam-se a análises em cortes histológicos, com identificação de fungos e bactérias contaminantes.

Rafi e colaboradores (1994) descreveram a presença do bacilo de Hansen em corpos mumificados, mediante o uso de técnicas da biologia molecular. O material com resultados positivos para hanseníase datava de 600 AD e foi coletado no local de um massacre de cristãos perpetrado por persas, no ano de 614.

Horne e Redford (1995) encontraram evidências de *Dracunculus medinensis* e infecção por *Aspergillus fumigatus* em múmias de nobres egípcios com datações de cerca de 1450 anos a.C. Fazem ainda menção a helmintos encontrados na bexiga urinária, cujas características morfológicas não asseguraram diagnóstico específico, mas que, por sua localização, deveriam ser vermes adultos de *Schistosoma haematobium*.

Evans e colaboradores (1996) marcaram os primeiros estudos em coprólitos fora da região egípcia e abrem uma nova frente de estudos em paleoparasitologia na África do Sul. Examinaram coprólitos datados de 12.000 a 9.000 anos, encontrados no sítio Kruger Cave, habitado por prováveis ancestrais dos atuais San. Os resultados mostraram ovos de *Ascaris* sp. e *Trichuris* sp., além da presença de larvas de vida livre. Esse achado é muito interessante, pois registra a presença desses parasitos em grupos humanos na região subsaariana e mostra a antiguidade da associação *Ascaris-Trichuris*.

Baron, Hummel e Herrmann (1996) conseguiram extrair, de ossos de múmias egípcias, sequências do bacilo da tuberculose. A equipe de pesquisadores é conhecida por seus estudos pioneiros e bem conduzidos, destacando-se no campo da paleoparasitologia molecular. O trabalho refere-se ao estudo em ossos de três indivíduos com lesões de tuberculose em que foi aplicada a reação de PCR, com resultados positivos não somente em ossos com patologia evidente, mas também em outros. Os autores usaram controle e mostraram que se pode aplicar a técnica para qualquer parasito que circule no sangue.

Contis e David (1996) apresentaram o projeto de estudos sobre a esquistossomíase na África, em uma perspectiva histórico-epidemiológica. Tratava-se de um projeto conjunto do Medical Service Corporation International of Arlington, Virgínia (Estados Unidos) e do Manchester Egyptian Mummy Project, da Universidade de Manchester (Inglaterra). Os responsáveis pelo projeto consideraram os 5.000 anos da presença da parasitose em humanos e descreveram a metodologia proposta, abrangendo desde as descobertas de evidências em múmias egípcias, descrição da doença em papiros, até a sua situação atual. O projeto tinha por objetivo recuperar a história da infecção por espécies de *Schistosoma* envolvendo a pesquisa nas coleções de material egípcio em diversas instituições em todo o mundo.

David (1997) atualizou dados sobre uso de novas tecnologias para diagnóstico em material antigo, exemplificando com a identificação de doenças em múmias egípcias datadas de até 5.000 anos AP. As múmias faziam parte de projeto de pesquisa citado no parágrafo anterior. Em relação à presença de parasitos, David referiu-se ao encontro da infecção por *Schistosoma haematobium* e *Dracunculus medinensis*. Também encontrou evidência de cisto hidático (*Echinococcus granulosus*) e fragmentos de adultos de *Fasciola hepatica*, além de ovos de *Ascaris lumbricoides*, *Taenia* sp., *Schistosoma* sp. e possíveis larvas de *Strongyloides* sp. O pesquisador destacou, em seu artigo, que um dos aspectos pouco estudados em múmias egípcias é a paleodontologia, com a descrição de lesões dentárias e periodontais.

Cockburn, Cockburn e Reyman (1998), por iniciativa de Eve Cockburn e Theodore Reyman, publicaram edição revista do livro *Mumies, Dieseases, and Ancient Cultures* e atualizaram, em capítulo próprio, os estudos feitos em múmias egípcias realizados até aquele momento. Esse livro contém o estado da arte na época, e é uma referência para qualquer estudo sobre doenças no passado.

Panagiotakopulu e Buckland (1999) descreveram ectoparasitos associados a corpos mumificados egípcios. Tratava-se de espécimes de *Cimex lectularius*, conhecido como percevejo comum de cama, há 3.500 anos alimentando-se de sangue humano, adaptado a suas moradias. Talvez este seja o único relato desse parasito em material arqueológico, o que o torna bem interessante, pois o hemíptero passou a ser encontrado em todas as partes do globo com a dispersão humana. Forattini (1990) referiu, na revisão de Cimicidae, que *Cimex lecturarius* tem ampla distribuição geográfica atual, e que deveria parasitar grupos humanos habitantes das cavernas em tempos pré-históricos, considerando que esta espécie teve origem no Oriente Médio.

Cerutti e colaboradores (1999) descreveram a infecção por *Plasmodium falciparum* em múmia egípcia datada de 3200 anos a.C. São múmias do Museu de Turim, às quais a equipe de Eva Rabino Massa, da Universidade de Turim e presidente do 5th World Congress on Mummy Studies, realizado em 2003, teve acesso para estudo. Com aplicação de técnicas imunológicas (*Enzyme linked immunosorbent assay* — Elisa), Cerutti e colaboradores comparam os resultados positivos em 42% das múmias estudadas com a presença de lesões ósseas compatíveis com anemia grave, tanto macroscópica quanto radiologicamente.

Strouhal e Horácková (1999) examinaram uma série de corpos com o intuito de fazer o levantamento demográfico solicitado pela equipe de arqueólogos que escavavam tumbas em Saqqara, datadas do período do Novo Império (19ª e 20ª dinastias). Esse artigo, em que não há referências a parasitos, apenas a processos inflamatórios em alguns esqueletos, é de interesse por seu estudo demográfico, portanto com repercussões sobre as doenças infecciosas.

Rutherford (1999) fez um estudo retrospectivo da esquistossomíase, referindo-se às descrições de sinais e sintomas em papiros egípcios. Hieróglifos, representações artísticas e textos diversos em que o cotidiano de jovens egípcios é retratado servem de exemplo do constante contato com a água, fonte de transmissão do parasito. A autora empregou técnicas de imunoquímica (protocolo de coloração por fluorescência indireta) para testar o diagnóstico de casos de esquistossomíase no antigo Egito, descrevendo, assim, casos de infecção por *Schistosoma mansoni* e *Schistosoma haematobium* em múmias egípcias e confirmando a antiguidade dessas parasitoses em populações africanas.

Zink e colaboradores (2000) descreveram quadro de bacteremia no corpo mumificado de uma criança egípcia, encontrado durante escavações realizadas pelo Deutsche Archaeologische Institut, Cairo, Egito. A múmia data do reinado do faraó Amenofis II (1424–1398 a.C.) e os autores conseguiram extrair material genético da medula de ossos previamente tratados para afastar contaminação moderna. A amplificação por PCR identificou as espécies de bactérias intestinais *Escherichia coli*, *Frauteria auranta* e *Halobacillus* spp. Os pesquisadores encontraram também material genético de bactérias no tecido gengival, correspondentes a *Halobacillus* spp., *Sporosarcina* spp. e *Bacillus panthothenicus*. São poucos os estudos sobre bactérias intestinais em material arqueológico, e esse, particularmente, destaca-se pela minúcia com que a técnica é descrita.

Numm e Tapp (2000) reviram as infecções parasitárias atribuídas ao clima tropical prevalentes no antigo Egito, comentando as infecções por *Strongyloides stercoralis*, filárias e *Schistosoma* sp. É uma ampla revisão sobre as infecções parasitárias no Egito, descritas nos antigos documentos listados em uma tabela, que chama atenção para a dificuldade de tradução e interpretação que a descrição de sintomas em palavras e frases pode acarretar. Os autores

traçaram a história dos estudos em múmias e esqueletos provenientes do Egito, especialmente aqueles de acervos de museus na Inglaterra, destacando o primeiro deles, feito em Manchester em 1907.

Algumas indicações de infecções e lesões causadas por parasitos foram discutidas. As interpretações de textos que podem se referir à presença de *Dracunculus medinensis* foram acompanhadas por duas evidências de achados em necropsia de corpos mumificados. Os autores discutiram, ainda, a presença de filárias em cortes histológicos de membros inferiores. Em seguida, comentaram a esquistossomíase hematóbica, a estrongiloidíase descrita em uma múmia egípcia da coleção de Manchester em que as larvas foram encontradas na mucosa intestinal e outros helmintos parasitos, como *Ascaris lumbricoides*, *Taenia* sp. e *Trichinella* sp. Casos de malária, peste, hanseníase, tétano foram revistos com base nos textos de papiros, como, aliás, todas as outras doenças infecciosas, o que torna esse artigo bastante interessante para reforçar a importância do estudo multidisciplinar.

Rabino-Massa e colaboradores (2000) descreveram casos de malária no antigo Egito. Associaram o teste imunoenzimático para malária com a descrição de talassemia nas múmias, identificando, por microscopia, as células falciformes. Dos oitenta corpos examinados, os pesquisadores encontraram 42% de múmias positivas para malária, e 61% apresentaram lesões compatíveis com anemia grave. Em continuidade a esses estudos, Bianucci e colaboradores (2008) usaram análises imunocromatográficas e imuno-histoquímicas na pele e músculos para confirmar casos de malária por *Plasmodium falciparum* no antigo Egito.

Patrick Horne (2002) descreveu a presença de ovos de *Enterobius vermicularis* e de uma espécie de acantocéfalo, pela primeira vez, em múmia egípcia. Horne chamou atenção para o fato de *Enterobius vermicularis* ser um dos mais antigos, provavelmente o helminto parasito mais antigo em humanos, além de muito comum atualmente, e ter sido encontrado raramente no Velho Mundo em material arqueológico. O mesmo não ocorre nas Américas, onde ovos desse parasito foram registrados em diversos sítios arqueológicos. No Egito, até então, não havia relato do parasito em corpos mumificados ou coprólitos. Ao realizar o exame paleoparasitológico, porém, o autor encontrou ovos muito bem preservados de *Enterobius vermicularis* associados a ovos de Acanthocephala, o que traz uma interessante discussão sobre a presença deste parasito em hospedeiro humano (Horne, 2002). As espécies que se descreveram em coprólitos humanos decorreram de ingestão de artrópodos cujos restos foram vistos à microscopia.

Zink e colaboradores (2003) estudaram a tuberculose em múmias egípcias pela caracterização de material genético extraído de ossos e tecidos moles. Os estudos desse grupo de pesquisa deram seguimento a outros, em que descreveram a infecção por *Corynebacterium* no antigo Egito (Zink *et al.*, 2001) e casos de tuberculose no Antigo Egito, comparando os resultados por técnicas de biologia molecular com material atual (Zink, Grabner & Nerlich, 2002).

Harter (2003) descreveu uma série de parasitos encontrados durante o exame de corpos mumificados oriundos do antigo Egito e da Núbia, mostrando, pela primeira vez com microfotografias muito nítidas, ovos de *Schistosoma mansoni* com datações de até 6.000 AP, em excelente estado de preservação, o que permite ver detalhes do miracídio no interior do ovo. Seus estudos de doutorado compreenderam corpos mumificados provenientes da Núbia, do Egito, de Chipre e de Israel.

As datações mais antigas chegaram a 6.000 AP. Os parasitos encontrados foram: *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Enterobius vermicularis*, *Syphacia obvelata*, *Toxocara cati*, *Toxocara canis*, ovos de ancilostomídeos, *Taenia* sp., *Diphyllobothrium* sp., *Hymenolepis* sp., *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni*, *Fasciola hepatica* e *Fasciola gigantica*, ovos de *Dicrocoelium* sp., ovos de *Pediculus capitis*. Os ovos encontrados nos corpos mumificados, preservados por milhares de anos e por processos diversos de conservação, encontravam-se, em sua maioria, em excelente estado, tanto externa como internamente, como se pode observar nas figuras da tese de doutorado de

Harter (2003). Em muitas delas, mostra-se o embrião perfeitamente preservado no interior dos ovos, o que pode ainda permitir interessantes estudos com as técnicas de biologia molecular.

Os resultados de Harter (2003) são muito importantes e merecem revisões e confirmações contínuas, pois atestam a antiguidade da maioria das infecções por helmintos intestinais tidas como originárias da África. Algumas delas tiveram origem em pré-hominídeos, mas outras devem ter sido adquiridas ao longo da evolução humana. Mesmo assim, embora sem serem originárias por via filogenética, podem ter tido origem africana e desse continente teriam-se disseminado para outras partes do mundo.

Harter e colaboradores (2003) descreveram parasitos em objetos encontrados junto a múmias egípcias. Tratava-se, em um dos casos, de um vaso de restos de embalsamento datado da 25ª dinastia, cerca de 715 a 656 anos a.C., encontrado em 2001 durante as escavações na mastaba, ou conjunto funerário, de Akhthetep, em Saqqara, estudado por Ziegler e colaboradores (1997). Esses vasos eram usados pelos sacerdotes para colocar as vísceras dos indivíduos em preparo para ser embalsamados e depois eram vedados com terra prensada. Continham desde fragmentos de linho até o fétido líquido decorrente da putrefação do corpo. Nesse caso, foi possível identificar alguns desses conteúdos, examinando-se-os separadamente, reidratando-se cada um em solução aquosa de fosfato trissódico, tal como qualquer outra amostra para exame paleoparasitológico. Encontraram-se ovos de *Ascaris* sp. e *Taenia* sp., provavelmente *Taenia saginata*, em virtude do hábito alimentar egípcio de evitar carne suína, segundo o artigo. Tanto o ovo de cestoide como de nematoide continham o embrião perfeitamente preservado, com a larva no interior do ovo de *Ascaris* com estruturas anatômicas na parte cefálica, passíveis de serem estudadas em detalhe. O mesmo pode ser dito em relação ao embrião hexacanto no ovo de *Taenia saginata*, com os acúleos visíveis na figura publicada com o artigo. Nesse estudo, um dos aspectos mais interessantes refere-se à análise do vaso de rejeitos do processo de mumificação, cuja análise permitiu o encontro de parasitos tão bem preservados. Harter-Lailheugner e Bouchet (2004) voltaram a se referir aos parasitos encontrados em contextos funerários deixados pelas civilizações ao longo do rio Nilo, do antigo Egito à Núbia. Os ovos de parasitos encontrados são: *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, *Taenia* sp., *Enterobius vermicularis*, *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*. As datações estão entre 3.500 anos AP a 1500 AD.

Dittmar e Steyn (2004) descreveram os resultados de exames paleoparasitológicos em sete coprólitos de origem humana onde encontraram ovos de *Trichuris* sp. e de *Dicrocoelium* sp. Discutiram o significado desses achados, em relação às condições ambientes e à interação entre humanos e animais na região. A morfometria do ovo de trichurídeo define a espécie como *Trichuris trichiura*, ao passo que a espécie de *Dicrocoelium* não pode ser definida. Porém, sua presença em coprólitos humanos datados de 1.900 anos mostra a antiguidade da infecção na região, provavelmente mantida em ciclo silvestre, ocasionalmente infectando humanos.

Brier (2004) discutiu as infecções parasitárias no Egito antigo, reforçando o lema da Paleopatology Association: "Os mortos são nossos mestres".

Zink e colaboradores (2004) aplicaram as técnicas da biologia molecular para distinguir diferentes espécies de *Mycobacterium* em tecidos moles mumificados e ossos de corpos do Egito antigo, com datas de até 4.000 anos. Encontraram *Mycobacterium africanum*, o que os levou a contestar a origem de *Mycobacterium tuberculosis* a partir da domesticação de bovinos. No caso, havia a propoposição de que o bacilo da tuberculose humana teria se originado do bacilo encontrado em bovinos, *Mycbacterium bovis*.

Lowenstein (2004) definiu múmias como vestígios preservados de viventes do passado, testemunhos de doenças que perpassaram a humanidade. Seu estudo é voltado para as dermatoses em corpos mumificados em diferentes culturas,

envolvendo as do Velho e do Novo Mundo, mas conduz a uma revisão sobre a amplitude de análises que envolvem o interesse sobre corpos mumificados em todas as partes do mundo, acompanhada de extensa lista bibliográfica.

Harter-Lailheuguer e Bouchet (2006) voltaram a chamar atenção para o encontro de parasitos no que chamam de elementos atípicos recolhidos do alto e baixo vale do Nilo, correspondendo ao antigo Egito e à Núbia. Tratava-se de vasos contendo material orgânico retirado do corpo a ser embalsamado, sudários e canopos. Encontraram numerosos ovos de *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, *Taenia* sp., *Enterobius vermicularis*, *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*. As datações variaram entre 2.700 anos, na Núbia, e de 3.700 AP a 1500 AD, no Egito.

Zink e colaboradores (2006) descreveram o primeiro caso de leishmaníase em múmias, no Egito e na Núbia. Usaram as técnicas de biologia molecular para amplificação de material genético, conseguindo identificar *Leishmania donovani* no antigo Egito e na Núbia cristã. A infecção prevalecia no antigo Egito, com datações de até 4.000 anos, e teria sido transmitida pelo contato comercial mantido com os núbios, em virtude da ausência de vetores no Egito.

Bruschi e colaboradores (2006) descreveram um caso de cisticercose em múmia egípcia. Tratava-se de uma jovem que morreu com cerca de 20 anos de idade, durante o período ptolomaico, entre o primeiro e o segundo séculos de nossa era. A lesão foi identificada à necropsia, confirmada por cortes histológicos. Esse diagnóstico implica consumo de carne suína no Egito do período helenístico, levando à transmissão de *Taenia solium*, de acordo com representações artísticas de época, o que contraria a hipótese de Harter e colaboradores (2003) sobre a rejeição alimentar de carne suína entre os egípcios nesse período.

Tuon, Amato Neto e Amato (2008) discutiram a origem e evolução das leishmaníases, concluindo sobre sua ligação com as origens da própria espécie humana, na África, e a importância dos estudos em paleoparasitologia para a melhor compreensão da evolução das espécies de *Leishamania* no hospedeiro humano.

Por fim, naturalmente sem pretender esgotar o assunto, devem-se mencionar as técnicas de exames não invasivas nas análises de material antigo, especialmente recomendáveis para corpos mumificados, como as imagens tridimensionais usadas nos estudos da coleção de múmias egípcias do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Mendonça de Souza, 2008), em que se pôde realizar vários diagnósticos precisos sem destruir o material.

O conhecimento sobre a paleoparasitologia na África mostra que a maioria dos artigos descreve parasitos em material arqueológico no Egito, detalhando o encontro de ovos e até mesmo de larvas e adultos em cortes histológicos. Muitos associam a descrição de sintomas em papiros ao encontro de lesões sugestivas à necropsia e ao encontro de parasitos. Boa parte dos artigos é oriunda de pesquisas feitas em corpos mumificados pertencentes a museus em outros países. Há um esforço para estimular estudos multidisciplinares, e os resultados foram apresentados em diversas revistas científicas pelos autores que deles participaram. Esse esforço de estudos multidisciplinares é interessante, pois traz contribuições diferentes sobre infecções parasitárias, vistas de ângulos diversos, conforme as áreas de pesquisa de cada especialista.

Carecem os países africanos de equipes dedicadas a estudos sistemáticos de parasitos em remanescentes arqueológicos, especialmente aqueles em que se encontram vestígios de ancestrais humanos e primeiras espécies do gênero *Homo*. Como listados neste capítulo, os achados concentram-se na região do rio Nilo e se repetem por diversas publicações, feitas pelos mesmos autores ou por outros. A lista de parasitos intestinais, embora seja ampla, pode não representar o quadro de infecções que se passavam nas populações africanas antigas, especialmente se considerados os contatos entre povos de culturas distintas, ocupando territórios próximos mas com potenciais de infecção diferenciados. Por exemplo, a situação estudada por Zink e colaboradores (2006) em relação à leishmaníase, em que se mostraram contatos entre culturas diversas por onde a infecção circulava. As possibilidades de estudo

são imensas, mas não se formaram ainda grupos interessados na pesquisa paleoparasitológica, o que se espera que aconteça logo. Um dos aspectos mais importantes a explorar reside no fato de que na África se originou, em ancestrais humanos, a maioria das espécies de helmintos ainda hoje encontradas por todo o mundo, como *Trichuris trichiura* e *Ancylostoma duodenale* e *Necator americanus* (possivelmente as duas espécies de ancilostomídeos mais comuns em humanos), entre outras. Algumas, como *Enterobius vermicularis* (Horne, 2002), já foram registradas em material africano, mas ainda há muito a ser investigado. Os estudos filogenéticos baseados em recuperação de ADN antigo (Dittmar, 2009) com certeza apontarão caminhos interessantíssimos para a compreensão dos caminhos da evolução parasito-hospedeiro desde os primórdios da humanidade.

Segundo Buzon (2006), os estudos que pretenderam reconstruir a vida no antigo vale do Nilo deixaram de levar em conta os vestígios orgânicos e preocuparam-se, com poucas exceções, com os textos históricos e os artefatos deixados pelos povos que aí viveram. Em seu artigo, o autor mostrou a importância de se estudar as evidências paleopatológicas que refletem aspectos da vida dos povos antigos. Dirigiu-se particularmente à transição epidemiológica ocorrida durante a colonização da Núbia no vale do Nilo pelos egípcios, ao estudar esqueletos e ossos isolados da população comum. Comentou, rapidamente, as doenças infecciosas, mas estas não são o ponto central de seu estudo. No entanto, tanto quanto as marcas de lesões em ossos, causadas por traumas ou mesmo doenças crônicas, as infecções parasitárias, sejam elas detectadas pelo encontro de parasitos ou pela recuperação de seu material genético evidenciado no material arqueológico, ajudam, em muito, a recuperação de dados para reaver o passado.

Muitas das helmintíases humanas mais comuns estavam presentes em populações do antigo vale do Nilo há, pelo menos, 6.000 anos (Harter, 2003). Entre essas, a infecção por *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Enterobius vermicularis*, ancilostomídeos, *Taenia* sp., *Diphyllobothrium* sp., *Hymenolepis* sp., *Schistosoma haematobium* e *Schistosoma mansoni*, além de outras mais raras atualmente, como *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica* e *Dicrocoelium* sp., mas não é possível aventar mudanças no perfil destas parasitoses com os poucos dados de que se dispõe. Porém, podem-se levantar questões em relação a hábitos alimentares que teriam facilitado a transmissão da infecção pela ingestão de determinados alimentos específicos ou maneiras de prepará-los.

Portanto, os resultados da paleoparasitologia trazem contribuições importantes para esses estudos, sobretudo ao se considerarem os ciclos biológicos dos parasitos com as exigências características de cada espécie em relação ao ambiente (Lafferty *et al.*, 2008; Byers, 2009).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

ARMITAGE, P. L. & CLUTTON-BROCK, J. A radiological and histological investigation into the mummification of cats from ancient Egypt. *Journal of Archaeological Science*, 8: 185-196, 1981.

BARON, H.; HUMMEL, S. & HERRMANN, B. *Mycobacterium tuberculosis* complex DNA in ancient bones. *Journal of Archaeological Science*, 23: 667-671, 1996.

BIANUCCI, R. *et al*. Immunological evidence of *Plasmodium falciparum* infection in an Egyptian child mummy from the Early Dynastic period. *Journal of Archaeological Science*, 35: 1.880-1.885, 2008.

BRIER, B. Infectious diseases in ancient Egypt. *Infectious Disease Clinics of North America*, 18: 17-27, 2004.

BRUSCHI, F. *et al*. Short report: cysticercosis in an Egyptian mummy of the late Ptolomaic period. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 74: 598-599, 2006.

BUIKSTRA, J. E.; BAKER, B. J. & COOK, D. C. What diseases plagued the ancient Egyptians? A century of controversy considered. *In*: WALBER, R. (Ed.). *Biological Anthropology and the Study of Ancient Egypt*. London: British Museum Press, 1993.

BUZON, M. R. Health of the non-elites at Tombos: nutritional and disease stress in New Kingdon Nubia. *American Journal of Physical Anthropology*, 130: 26-37, 2006.

BYERS, J.E. Including parasites in food webs. *Trends in Parasitology*, 25: 55-57, 2009.

CERUTTI, N. *et al*. Immunological investigation of malaria and new perspectives in paleopathological studies. *Journal of Biological Research*, 75: 17-20, 1999.

COCKBURN, A. *The Evolution and Eradication of Infectious Diseases*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1963.

COCKBURN, A. (Ed.). *Infectious Diseases: their evolution and eradication*. Springfield: Charles C. Thomas, 1967.

COCKBURN, A. Ancient parasites on the west bank of the Nile. *The Lancet*, 2: 938, 1981.

COCKBURN, A.; COCKBURN, E. & REYMAN, T. *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

COCKBURN, A. *et al*. Autopsy of an Egyptian mummy. *Science*, 187: 1.155-1.160, 1975.

COCKBURN, A. *et al*. A classic mummy: PUM II. *In*: COCKBURN, A. & COCKBURN, E. (Ed.). *Mummies, Disease and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

CONTIS, G. & DAVID, A. R. The epidemiology of bilharzia in Ancient Egypt: 5,000 years of schistosomiasis. *Parasitology Today*, 12: 253-255, 1996.

DAVID, A. R. Disease in Egyptian mummies: the contribution of new technologies. *The Lancet*, 349: 1.760-1.763, 1997.

DE BONI, U.; LENCZNER, M. M. & SCOTT, J. W. Autopsy of an Egyptian mummy (Nakhat – ROM I). 6. *Trichinella spiralis* cysts. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 461-476, 1977.

DEELDER, A. M. *et al*. Detection of schistosome antigen in mummies. *The Lancet*, 335: 724-725, 1990.

DITTMAR, K. Old parasites for a new world: the future of palaeoparasitological research. *The Journal of Parasitology*, 95(2): 365-371, 2009.

DITTMAR, K. & STEYN, M. Paleoparasitological analysis of coprolites from K2, an Iron Age archaeological site in South Africa: the first finding of *Dicrocoelium* sp. eggs. *The Journal of Parasitology*, 90: 171-173, 2004.

DZIERZYKRAY-ROGALSKI, T. Un cas de la lèpre à un stade avancé découvert dans le nécropole musulmane de Kôn El-Dikka, à Alexandrie. *Africana Bulletin*, 28: 140-146, 1978.

DZIERZYKRAY-ROGALSKI, T. Paleopathology of the Ptolomaic inhabitants of Dakhlah Oasis (Egypt). *Journal of Human Evolution*, 9: 71-74, 1980.

EVANS, A. C. *et al*. Late stone-age coprolite reveals evidence of prehistoric parasitism. *South African Medical Journal*, 86: 274-275, 1996.

FORATTINI, O. P. Os cimicídeos e sua importância em saúde pública (Hemiptera-Heteroptera; Cimicidae). *Revista de Saúde Pública*, supl.: 1-37, 1990.

FULCHERI, E. *et al*. De mummie dell'antico Egitto custodite nei musei italiani. *Museological Science*, 11(1-2): 1-11, 1994.

GIACOMETTI, L. & CHIARELLI, B. The skin of Egyptian mummies. *Archives of Dermatology*, 97: 712-716, 1968.

GRAY, J. E. Tutankhamun postmortem. *The Lancet*, 1: 259, 1973.

GUY, M. W.; KROTOSKY, W. A. & COCKBURN, A. Malaria and an Egyptian mummy. *London School of Hygiene and Tropical Medicine*, 75: 601, 1981.

HARRISON, R.G. Tutankhamun postmortem. *The Lancet*, 1: 259, 1973.

HART, G. D. *et al*. Autopsy of an Egyptian mummy (Nakht - ROM I). *Canadian Medical Association Journal*, 117: 461, 1977.

HARTER, S. *Implication de la Paléoparasitologie dans l'Étude des Populations Anciennes de la Vallée du Nil et du Proche-Orient: études de cas*, 2003. Thèse, Reims: UFR de Pharmacie, Université de Reims Champagne-Ardènne.

HARTER, S. *et al*. First paleoparasitological study of an embalming rejects jar found in Saggara, Egypt. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 119-121, 2003.

HARTER-LAILHEUGNER, S. & BOUCHET, F. Paleoparasitological investigation in funeray contexts along the Nile. *Paleopathology Newsletter*, 128: 5-9, 2004.

HARTER-LAILHEUGNER, S. & BOUCHET, F. Paleoparasitological study of atypical elements f the low and high Nile Valley. *Bulletin de la Société de Pathologie Éxotique*, 99: 53-57, 2006.

HOEPPLI, R. Parasitic Diseases in Africa and the Western Hemisphere: early documentation and translation by the slave trade. Basel: für Recht und Wissenschaft, 1969.

HOEPPLI, R. Haematuria parasitaria and urinary calculi: early indications from Africa. *Acta Tropica*, 29: 205-217, 1972.

HOPE, F. W. Several species of insects found in the heads of Egyptian mummies. *Journal of the Proceedings of the Royal Entomological Society of London*, 1: 11-13, 1834.

HORNE, P. D. First evidence of enterobiasis in ancient Egypt. *The Journal of Parasitology*, 88: 1019-1021, 2002.

HORNE, P. D. & LEWIN, P. K. Electron microscopy of mummified tissue: autopsy of an Egyptian mummy. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 472-473, 1977.

HORNE, P. D. & REDFORD, S. Aspergillosis and dracunculiasis from the tomb of Parennefer. *Paleopathology Newsletter*, 92: 10-12, 1995.

IKRAM, S. & DODSON, A. *The Mummy in Ancient Egypt: equipping the dead for eternity*. London: Thames and Hudson, 1998.

LAFFERTY, K. D. *et al*. Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecology Letters*, 11: 533-546, 2008.

LEWIN, P. K. Mummies that I have known. *American Journal of Diseases of Children*, 131: 349-350, 1977.

LEWIN, P. K. Ramses V: smallpox victim? Paper presented at the 9th annual meeting of Paleopathology Association, Toledo OH, USA. *Abstracts in Paleopathology Newsletter*, 36: 10, 1982.

LEWIN, P. K. *et al*. Nakht, a weaver of Thebes. *Rotunda (The Journal of the Royal Ontario Museum)*, 7: 15-19, 1974.

LOWENSTEIN, E. Paleodermatoses: lessons learned from mummies. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 50: 919-936, 2004.

LYNN, G. E. & BENITEZ, J. T. Examination of ears. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 469, 1977.

MENDONÇA DE SOUZA, S. M. Diagnóstico não invasivo em múmias milenares. *In*: WERNNER JR., H. &, LOPES, J. (Ed.). *Paleontologia, Arqueologia, Fetologia, Tecnologias 3D*. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.

MILLER, R. L. *et al*. Paleoepidemiology of schistosome infection in mummies. *British Medical Journal*, 304: 555-556, 1992.

MILLER, R. I. *et al*. Predynastic schistosomiasis. *In*: DAVIS, W. V. & WALKER, R. (Eds.). *Biological Anthropology and the Study of Ancient Egypt*. London: British Museum Press, 1993.

MILLER, R. L. *et al*. Diagnosis of *Plasmodium falciparum* infections in mummies using the rapid manual ParaSight TM-F test. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 88: 31-32, 1994.

MILLET, N. B. Archaeologic background. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 462, 1977.

MILLET, N. B. *et al*. ROM I: mummification for the common people. *In*: COCKBURN, A. & COCKBURN, E. (Eds.). *Mummies, Disease and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

MITCHELL, J.K. Study of a mummy affected with anterior poliomyelitis. *Transactions of the Association of American Physicians*, 15: 134-136, 1900.

MØLLER-CHRISTENSEN, V. Evidence of leprosy in earlier peoples. *In*: BROTHWELL, D. & SANDISON, T. A. (Eds.). *Diseases in Antiquity*. Springfield: Charles C Thomas, 1967.

MØLLER-CHRISTENSEN, V. & HUGHES, D. R. An early case of leprosy from Nubia. *Man* (London), 1: 242-243, 1966.

MOODIE, R. L. *Paleopathology: an introduction of the study of ancient evidences of disease*. Urbana: University of Illinois Press, 1923.

MORSE, D.; BROTHWELL, D. & UCKO, P. J. Tuberculosis in ancient Egypt. *American Review of Respiratory Diseases*, 90: 524-530, 1964.

NUMM, J. F. & TAPP, E. Tropical diseases in ancient Egypt. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 94: 147-153, 2000.

PALMA, R. L. Old comb reveals nits on the Nile: mummified head lice found on ancient Egyptian comb. *The Journal of Egyptian Archaeology*, 77: 194, 1991.

PANAGIOTAKOPULU, E. & BUCKLAND, P. C. *Cimex lectularius* the common bedbug from Pharaonic Egypt. *Antiquity*, 73: 908-911, 1999.

RABINO-MASSA, E. *et al*. Malaria in Ancient Egypt. Paleoimmunological investigation on predynastic mummified remains. *Chungará*, 32: 7-9, 2000.

RAFI, A. *et al*. DNA of *Mycobacterium leprae* by PCR in ancient bone. *International Journal of Osteoarchaeology*, 4: 287-290, 1994.

REYMAN, T. A. Schistosomal cirrhosis in an Egyptian mummy. *Yearbook of Physical Anthropology*, 20: 356-358, 1976.

REYMAN, T. A.; BARRACO, R. A. & COCKBURN, A. Histopathological examination of an Egyptian mummy. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 52: 506-516, 1976.

REYMAN, T. A.; ZIMMERMAN, M. R. & LEWIN, P. K. HIstopathologic investigation. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 470-471, 1977.

RIDEOUT, D. F. Radiologic examination. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 463, 1977.

RUFFER, M. A. Note on the presence of '*Bilharzia haematobia*' in Egyptian mummies of the twentieth dynasty (1250–1000 B.C.). *British Medical Journal*, I: 16, 1910a.

RUFFER, M. A. Remarks on the histology and pathological anatomy of Egyptian mummies. *The Cairo Scientific Journal*, 10: 3-7, 1910b.

RUFFER, M. A. Studies on paleopathology of Egypt. *In*: MOODIE, R. (Ed.). *Studies on Paleopathology of Egypt*. Chicago: University of Chicago Press, 1921.

RUFFER, M. A. & FERGUSON, A. R. Note on eruption resembling that of variola in the skin of a mummy of the Twentieth Dynasty (1200–1100 B.C.). *The Journal of Pathology and Bacteriology*, 15: 1, 1911.

RUTHERFORD, P. Immunochemistry and the diagnosis of schistosomiasis. Ancient and modern. *Parasitology Today*, 15: 390-391, 1999.

SÁNCHEZ-MARTÍN, F. M. *et al*. Sangre, hemorragia, hematuria, urología. *Actas Urológicas Españolas*, 29: 815-825, 2005.

SANDISON, T. A. Diseases in ancient Egypt. *Rivista di Antropologia*, 56: 225-227, 1959.

SANDISON, A. T. Diseases in ancient Egypt. *In*: COCKBURN, C. & COCKBURN, E. *Mummies, Disease, and Ancient Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

SCOTT, J. W.; HORNE, P. D. & HART, G. Gross anatomic and miscellaneous studies. *Canadian Medical Association Journal*, 117: 464-465, 1977.

SPIGELMAN, M. & LEMMA, E. The use of the polymerase chain reaction to detect *Mycobacterium tuberculosis* DNA in ancient skeletons. *International Journal of Osteoarchaeology*, 3: 137-143, 1993.

STROUHAL, E. & HORÁCKOVÁ, L. Report from Egypt: anthropology and paleopathology. *Paleopathology Newsletter*, 106: 13-15, 1999.

STROUHAL, F. Vertebral tuberculosis in Egypt and Nubia. *In*: ORTNER, D. J. & AUFDERHEIDE, A. C. (Eds.). *Human Paleopathology: current synthesis and future options*. Washington, London: Smithsonian Institute Press, 1991.

TAPP, E. Disease in the Manchester mummies. *In*: DAVID, A. R. *The Manchester Museum Mummy Project*. Manchester: Manchester Museum Press, 1979.

TAPP, E. Disease and the Manchester mummies: the pathologist's role. *In*: DAVID, A. R. (Ed.). *Evidence Embalmed*. Manchester: Manchester University Press, 1984.

TUON, F. F.; AMATO NETO, V. & AMATO, V. S. *Leishmania*: origin, evolution and future since the Precambrian. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 54: 158-166, 2008.

ZIEGLER, C. *et al*. La mission archéologique du musée du Louvre à Saqqara. Résultats de quatre campagnes de fouilles de 1993 à 1996. *Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale*, 97: 269-292, 1997.

ZIMMERMAN, M. R. Pulmonary and osseous tuberculosis in an Egyptian mummy. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 55: 604-608, 1979.

ZINK, A. R.; GRABNER, W. & NERLICH, A. G. Molecular study of human tuberculosis in a contemporary tissue samples and time delineated population from ancient Egypt. *Journal of Paleopathology*, 14: 59-68, 2002.

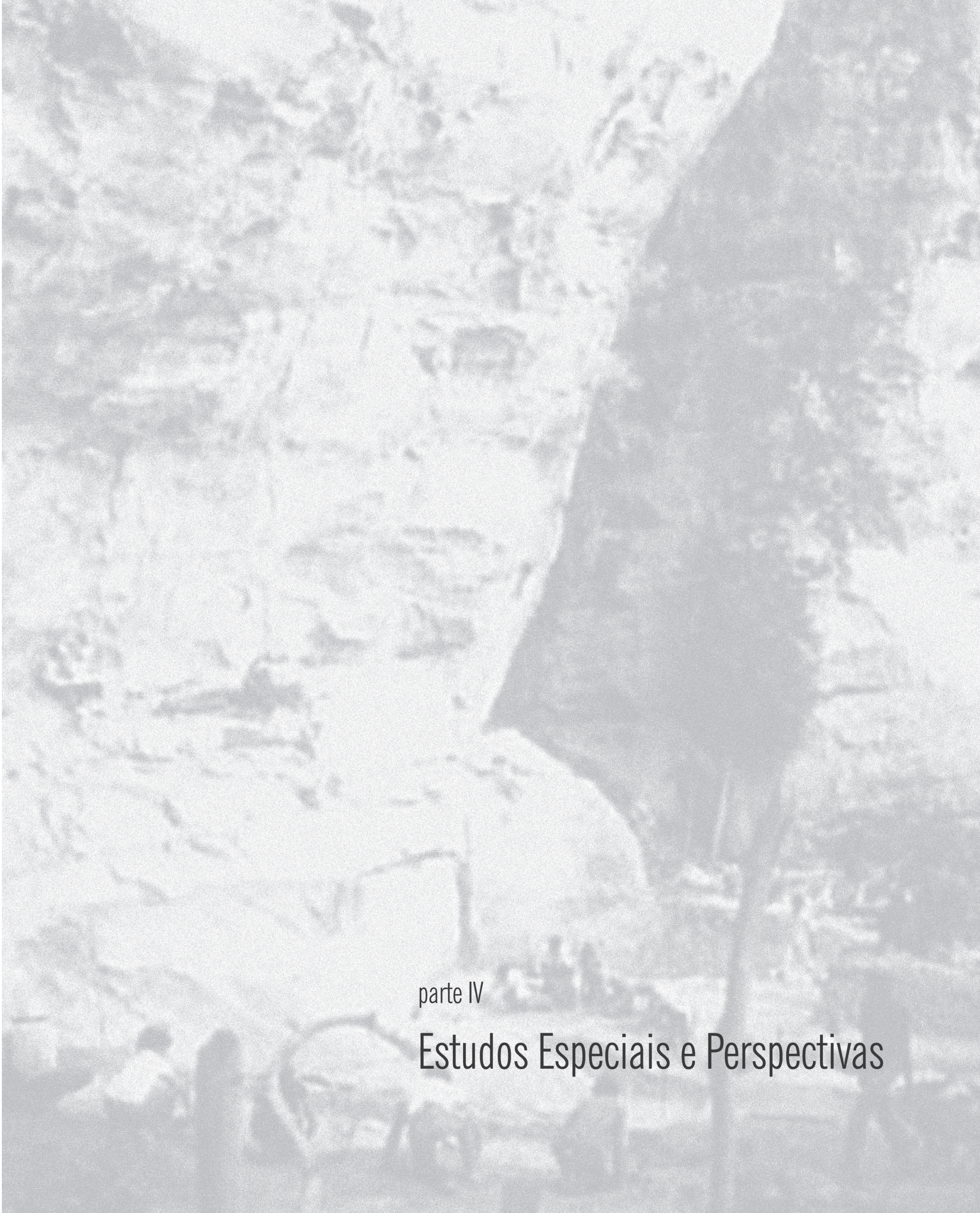
ZINK, A. *et al*. Molecular evidence of bacteremia by gastrointestinal pathogenic bacteria in an infant mummy from Ancient Egypt. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 124: 1.614-1.618, 2000.

ZINK, A. *et al*. *Corynebacterium* in Ancient Egypt. *Medical History*, 45: 267-272, 2001.

ZINK, A. R. *et al*. Characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex DNAs, from Egyptian mummies by spoligotyping. *Journal of Clinical Microbiology*, 41: 359-367, 2003.

ZINK, A. R. *et al*. Molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex in Egyptian mummy. *International Journal of Osteoarchaeology*, 14: 404-413, 2004.

ZINK, A. R. *et al*. Leishmaniasis in Ancient Egypt and upper Nubia. *Emerging Infectious Diseases*, 12: 1.616-1.617, 2006.



parte IV

Estudos Especiais e Perspectivas

26

Paleoepidemiologia da Doença de Chagas

Adauto Araújo • Ana Maria Jansen • Karl Jan Reinhard • Luiz Fernando Ferreira

Carlos Chagas descreveu o primeiro caso da doença que leva seu nome em 1909. A paciente era uma garotinha de 2 anos que sobreviveu com a doença por muito tempo, vindo a falecer em 1981, aos 74 anos. Durante toda sua vida, esteve infectada por *Trypanosoma cruzi*. No entanto, para muitas pessoas, a doença de Chagas traz sofrimento e morte, e muitos jovens adultos morrem precocemente por lesões cardíacas. É uma das mais importantes parasitoses e, em função de sua alta morbimortalidade, é considerada em muitos países da América do Sul e Central como grave problema de saúde pública.

Mesmo em países como o Brasil, onde se conseguiu controlar a transmissão vetorial domiciliar de *T. cruzi*, a doença de Chagas tem novamente preocupado as autoridades sanitárias pela ocorrência, principalmente na Amazônia, de transmissão por via oral, por ingestão de alimentos contaminados com as formas infectivas derivadas do vetor (as formas metacíclicas) (Dias, 2006).

Esses casos, que acontecem em forma de surtos, são caracterizados pelo aparecimento de formas agudas, algumas vezes bastante graves. Importantes ainda são os casos crônicos que necessitam de quimioterápicos que muitas vezes resultam em reações secundárias graves, além de cuidados hospitalares ou cirúrgicos, inacessíveis a boa parte da população em zona endêmica.

OS TRIPANOSSOMATÍDEOS DE MAMÍFEROS

Os tripanossomatídeos são protozoários flagelados incluídos na ordem Kinetoplastida. A ordem Kinetoplastida inclui organismos de vida livre e parasitos. Como parasitos, estão protozoários mono e digenéticos que apresentam, como característica, DNA circular extranuclear em arranjo peculiar: os maxi e os minicírculos.

Tripanossomas de mamíferos oferecem um excelente exemplo de como a paleoparasitologia molecular pode esclarecer questões epidemiológicas e biológicas. Tripanossomatídeos são organismos eucariotas muito antigos, uma vez que provavelmente divergiram dos primeiros eucariotas, logo após sua associação com a mitocôndria.

Os parasitos da ordem Kinetoplastida são caracterizados por apresentarem kDNA, um DNA circular extranuclear arranjado em maxi e minicírculos dentro da mitocôndria, perto do corpo basal do flagelo. Os Kinetoplastida incluem a família Trypanosomatidae, um táxon exclusivamente parasito, que infecta um amplo espectro de animais e plantas, e a família Bodonidae, organismos exclusivamente de vida livre.

Para melhor compreensão, vale relembrar alguns aspectos importantes da biologia do *T. cruzi*, um parasito caracterizado por sua expressiva heterogeneidade e plasticidade biológica. Essas peculiaridades já haviam sido notadas desde os estudos pioneiros de Carlos Chagas e Brumpt e ainda hoje representam um labirinto epidemiológico. A heterogeneidade de *T. cruzi*, expressa por diversos marcadores biológicos, bioquímicos (diferenças no padrão de infecção em camundongo e crescimento em cultivo axênico, diferenças na competência em colonizar células de cultivo, resistência a quimioterápicos, entre outros) e moleculares, resulta em ampla distribuição do parasito na natureza em distintos cenários epidemiológicos. De fato, *T. cruzi* é capaz de infectar mais de uma centena de espécies de mamíferos, e, nestes, quase todos os tecidos.

Outro aspecto importante da biologia de *T. cruzi* são os aos múltiplos mecanismos de transmissão do parasito, como a via transfusional, congênita e oral, e pela contaminação de pele e mucosas pelas fezes de triatomíneos que veiculam as formas infectantes, chamadas tripomastigotas metacíclicos.

T. cruzi é um parasito generalista também no que se refere ao vetor, uma vez que infecta dezenas de espécies de triatomíneos da família Reduviidae. A plasticidade biológica do *T. cruzi* resulta em ciclos de transmissão na natureza que se caracterizam por serem multivariáveis, complexos e peculiares em escala espaçotemporal. Essa complexidade significa que, ao longo do tempo, provavelmente o hospedeiro humano tenha entrado em contato com o parasito em diferentes ocasiões e por diferentes vias, dependendo principalmente de como era sua interação com o ambiente, ou seja, de como se expunha à infecção.

Desde os trabalhos pioneiros de Carlos Chagas, tenta-se estabelecer correlação entre alguma característica genotípica ou fenotípica do parasito e o perfil da doença, característica epidemiológica local, associação com vetor ou animal reservatório. Embora muitos aspectos da biologia e ecologia de *T. cruzi* sejam conhecidos, ainda há numerosas perguntas sem resposta e nunca se conseguiu associar de maneira robusta determinado tipo de isolado à doença ou à epidemiologia.

Atualmente, sabe-se que *T. cruzi* é um protozoário parasito com estrutura populacional multiclonal, de alta diversidade genética. Ferramentas moleculares agruparam diferentes subpopulações do parasito em dois genótipos distintos e distantes filogeneticamente. Esses genótipos foram denominados *T. cruzi* I e *T. cruzi* II. Os primeiros estudos de caracterização bioquímica, analisando diferentes isolados do parasito, identificaram três tipos de zimodemas. No Brasil, Z1 e Z3 estão associados aos ciclos de transmissão silvestre (Miles *et al*., 1977, 1978), ao passo que Z2 foi associado, na região abaixo da Amazônia, ao ciclo de transmissão doméstico (Anonymous, 1999).

Mais recentemente, seis subpopulações foram descritas no táxon: TCI e TCII, com este genótipo tendo sido subdividido em TCIIa, TCIIb, TCIIc, TCII e TCf, originados em parte por dois eventos de hibridação do parasito. Porém, já surgiu uma nova proposta de denominação para *T. cruzi*, feita durante reunião de grupo de especialistas da Sociedade Brasileira de Protozoologia, em 2009 (Zingales *et al*., 2009).

OS TRIPANOSSOMATÍDEOS DE MAMÍFEROS, SUA ORIGEM, DISPERSÃO E INTRODUÇÃO DO HOSPEDEIRO HUMANO NO CICLO DE TRANSMISSÃO

Discute-se a origem e evolução dos tripanossomatídeos desde muito antes da descrição de *T. cruzi*. Leger (1904) e Minchin (1908) iniciaram o debate partindo de premissas opostas quanto ao hospedeiro ancestral dos Trypanosomatidae ser vertebrado ou invertebrado. Esse debate foi pendendo para um ou outro lado, dependendo das novas evidências produzidas por novas técnicas, e ainda não se chegou a um resultado conclusivo.

Propõe-se que a origem do clado *cruzi* tenha ocorrido no supercontinente formado pela América do Sul, Austrália e Antártica. Atualmente, e com base em eventos biogeográficos, aceita-se que os tripanossomas do grupo Salivaria (*Trypanosoma brucei*) divergiram no médio Cretáceo, há aproximadamente 100 milhões de anos, quando a América do Sul se separou da África (Haag, O'Huigin & Overath, 1998).

Em relação à entrada do hospedeiro humano no ciclo de transmissão de *T. cruzi*, propõe-se que tenha ocorrido apenas após a domesticação de plantas e animais e aquisição de hábitos sedentários (Rothhammer *et al.*, 1985; Coimbra Jr., 1988; Stevens, Noyes & Gibson, 1998).

Assim, a teoria aceita sobre a origem da doença de Chagas em humanos refere que há cerca de 8.000, 6.000 anos os povos andinos deram início à domesticação de roedores chamados *cuyes* (*Cavia* sp.), denominados pelos europeus de porquinhos-da-índia ou cobaias, para alimentação e rituais. Os animais eram mantidos dentro das casas e teriam atraído insetos hematófagos, vetores de *T. cruzi*.

Também o início da estocagem de grãos e a consequente atração de mamíferos granívoros teriam sido importantes nesse processo. Os triatomíneos vetores de *T. cruzi* encontraram nas habitações humanas, construídas com madeira e barro socado, ótimas condições para colonização e obtenção de alimento, fosse sangue humano ou de seus animais domésticos. Vale mencionar que o processo de adaptação de um triatomíneo a um novo hábitat, no caso os domicílios, é e foi provavelmente muito longo e envolveu alterações genômicas irreversíveis, assim como é interessante lembrar que colônias silvestres de *Triatoma infestans* no Brasil nunca foram descritas.

É provável que a espécie *Triatoma infestans* tenha se tornado domiciliada nessa época, tendo se dispersado em grande parte pelas migrações humanas para outras partes da América do Sul, inclusive para o outro lado da cordilheira dos Andes, após a chegada de europeus e africanos ao continente. Com a difusão de construções dos precários domicílios denominados casas de pau-a-pique, onde o vetor encontrou condições ótimas de colonização entre as frestas e reentrâncias nas paredes, tão típicas daquele tipo de moradia, e a intensificação do comércio, o processo se acelerou. Portanto, a doença de Chagas seria originária da região dos Andes, nas populações pré-históricas de 8.000 a 6.000 anos, atingindo outras regiões das Américas a partir do período colonial europeu.

Pensava-se que, nas terras brasileiras, uma vez que as populações indígenas eram, em maioria, nômades e usavam habitações em que os triatomíneos não se adaptavam bem, a infecção por *T. cruzi* nunca teria sido um problema para elas.

A PALEOPARASITOLOGIA E A QUEBRA DO PARADIGMA

Os dados da paleoparasitologia mostraram uma situação contrária e mudaram a teoria classicamente aceita. Cem anos após a descoberta de Carlos Chagas, uma outra história da doença de Chagas, ocorrida milhares de anos antes de sua descoberta, começa a ser escrita.

Assim, o cenário que vem se desenhando sustenta a hipótese de que provavelmente a doença de Chagas é tão antiga quanto a presença do homem nas Américas. A descrição de lesões típicas de doença de Chagas e PCR positivas para *T. cruzi* em múmias de países andinos pré-colombianas de 9.000 anos mostraram a antiguidade da infecção e da doença em humanos (Rothhammer *et al.*, 1985; Fornaciari *et al.*, 1992; Guhl *et al.*, 1997, 1999, 2000; Ferreira *et al.*, 2000; Aufderheide *et al.*, 2004).

Uma questão similar diz respeito a um outro tripanossoma de mamíferos, amplamente distribuído na natureza, o *Trypanosoma evansi*. Este protozoário salivário está incluído no clado *brucei*, apesar de transmitido mecanicamente por tabanídeos, principalmente. Embora no Brasil sua ocorrência esteja limitada ao Pantanal, neste bioma é altamente prevalente em todos os *taxa* de mamíferos. Seu principal reservatório é a capivara (*Hidrochoeris hidrochoeris*), um roedor caviomorfo.

Associa-se a introdução desse parasito no continente americano à chegada de cavalos infectados trazidos pelos colonizadores europeus. No entanto, é pouco provável que cavalos infectados com *T. evansi* tivessem suportado a extenuante viagem transoceânica nas condições precárias da época, e posteriormente a marcha até o Pantanal. É absolutamente mais plausível supor que o parasito tenha sido introduzido no continente com a chegada de primatas e roedores caviomorfos vindos da África há 35 milhões de anos. Essa questão poderá ser definitivamente respondida por análise molecular de remanescentes orgânicos.

A utilização de ferramentas moleculares para rastrear a origem e dispersão dos tripanossomas de mamíferos, e particularmente de *T. cruzi*, ainda tem um longo caminho a percorrer. Há muitas dificuldades técnicas a superar e muitas questões ainda sem resposta, mas sem dúvida a paleoparasitologia molecular é a ferramenta que permite tanto rastrear a dispersão do parasito desde a pré-história quanto identificar mudanças no genoma resultantes da evolução do sistema parasito-hospedeiro-ambiente.

AS PRIMEIRAS HIPÓTESES SOBRE A TRANSMISSÃO DA INFECÇÃO POR *TRYPANOSOMA CRUZI* EM POPULAÇÕES PRÉ-HISTÓRICAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Em 1984, durante as escavações do sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada, na região do Parque Nacional Serra da Capivara, sudeste do Piauí, nordeste do Brasil, coordenadas por Niéde Guidon (Guidon & Delibrias, 1986; Guidon, 1989), vimos os arqueólogos sendo atacados constantemente por triatomíneos enquanto estudavam as pinturas rupestres dos paredões de arenito que compõem o abrigo sob rocha do antigo acampamento pré-histórico.

As pinturas encontram-se por toda a parede e, àquela época, sem as tecnologias atuais, era necessário copiá-las cobrindo-as com um plástico transparente (Figura 1). Tanto no início da manhã como nas horas mais quentes do dia, com temperatura a 42-45ºC, assim como à noite, quando a temperatura cai para 8-10ºC, surgiam ninfas e adultos de *Triatoma brasiliensis* tentando alimentar-se do sangue dos arqueólogos, estudantes e trabalhadores das escavações Alguns espécimes estavam infectados por *T. cruzi*. Postulamos então que os antigos artistas, assim como outros habitantes dos abrigos sob rocha, também tivessem sido atacados e se infectado pelo parasito (Ferreira *et al.*, 2000).

Deve-se ressaltar que *Triatoma infestans* nunca colonizou essa parte do Nordeste brasileiro (Dias *et al.*, 2000). A essa época, era impossível testar nossa hipótese, já que os poucos restos humanos encontrados até então consistiam de ossos e coprólitos, em que o parasito não deixa sinais patológicos.

Figura 1 – Escavações na Toca do Boqueirão do sítio da Pedra Furada, Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí), 1984. Notem-se arqueólogos a copiar pinturas rupestres do paredão rochoso



Foto Laboratório de Paleoparasitologia (Ensp/Fiocruz).

Somente alguns anos mais tarde, com a introdução das técnicas de biologia molecular para o diagnóstico de doenças infecciosas em vestígios arqueológicos, a infecção chagásica foi confirmada em múmias chilenas e peruanas, datadas de 4.000 anos (Guhl *et al*., 1999, 2000; Ferreira *et al*., 2000; Madden *et al*., 2001).

Os primeiros testes foram feitos na Fundação Oswaldo Cruz (RJ). Antes de aplicá-los no material arqueológico, protocolos experimentais foram feitos em camundongos infectados com carga parasitária conhecida. Após sacrifício dos animais, os órgãos eram colocados em estufa à temperatura de 40°C até sua completa dessecação. Em seguida a essa 'mumificação' experimental, utilizaram-se as técnicas de biologia molecular até que se chegasse a um padrão a ser usado no material arqueológico. Essa foi a tese de doutorado de Otílio Machado Bastos, cujo experimento foi comentado na revista da Paleopathology Association (Bastos *et al*., 1996), e aplicado por Guhl e colaboradores (2000), com sucesso, em múmias chilenas.

De acordo com os achados no Nordeste brasileiro, as primeiras ocupações pré-históricas na região do Parque Nacional Serra da Capivara ocorreram milhares de anos antes dos 15.000–12.000 anos aceitos para o povoamento da América do Sul (Guidon & Arnaud, 1991; Parenti *et al*., 1998). Embora as datas ainda suscitem controvérsias (Meltzer, Adovasio & Dillehay, 1994), grutas e abrigos sob rocha contendo numerosas pinturas rupestres, algumas delas datadas de 26.000 anos, atestam a antiguidade dessa ocupação.

É, portanto, tentador sugerir que os primeiros artistas autores dessas pinturas, e os outros habitantes das grutas, foram os primeiros sul-americanos expostos à doença de Chagas, com transmissão do parasito por *Triatoma brasiliensis*. De fato, até o presente, essas grutas oferecem hábitat adequado onde pequenos mamíferos, primatas e triatomíneos encontram condições atraentes para colonizar.

Com o reconhecimento da importância de se entender a evolução de parasitos para melhor controlar as doenças infecciosas na época atual (Ewald, 1996; Ewald *et al*., 1998), a paleoparasitologia tornou-se a melhor maneira para se compreender o processo evolutivo, do passado aos dias atuais.

Essa compreensão pode e deve ser feita pela associação da paleoparasitologia com as técnicas moleculares. Com a paleoparasitologia pode-se documentar a presença de parasitos em determinada época na população pré-histórica, e com as técnicas moleculares podem-se identificar potenciais mudanças no genoma de parasitos, resultantes das relações evolutivas parasito-hospedeiro-ambiente. Sem dúvida, as doenças infecciosas mudaram da pré-história à atualidade (Leal & Zanotto, 2000). Isso inclui modificações na virulência e na patogenicidade, associadas com os processos históricos e sociais da humanidade.

Com base nesses pressupostos, começamos a estudar a infecção por *T. cruzi* em populações antigas das Américas do Norte e do Sul, usando as técnicas de biologia molecular para recuperar material genético do parasito em vestígios orgânicos, tanto de origem humana como de outros animais. Partimos da hipótese de que a doença de Chagas é tão antiga em humanos como a presença deles no continente americano, sempre que houvesse condições para sua transmissão, isto é, ambiente propício, presença do parasito circulando em vetores e animais em convivência com humanos. A doença de Chagas, portanto, dataria de milhares de anos, muito antes de os *cuyes* serem domesticados na região andina.

Testamos vestígios orgânicos humanos de diversos sítios arqueológicos norte e sul-americanos, como ossos e outros tecidos mumificados. Ossos de animais e outros vestígios também foram pesquisados, assim como se buscou encontrar e identificar fragmentos de artrópodes vetores de *T. cruzi* nas camadas arqueológicas. Não se pode esquecer que os coprólitos humanos também precisam ser cuidadosamente examinados, pois há evidências de que havia consumo de artrópodes diversos, acidental ou intencionalmente, pelos grupos pré-históricos nas Américas (Reinhard, Fink & Skiles, 2003; Johnson *et al*., 2008).

Os resultados da extração e amplificação do DNA antigo de *T. cruzi* podem elucidar alguns aspectos sobre as linhagens conhecidas do parasito atualmente em circulação nas Américas (Stevens & Gibson, 1999; Stevens *et al*., 2001). Por exemplo, foram encontradas diferenças no quadro clínico entre pessoas infectadas pelo parasito no Nordeste brasileiro atual, exatamente na região do Parque Nacional Serra da Capivara, no Piauí (Borges-Pereira *et al*., 2002), que podem ser explicadas por processos adaptativos ao longo do tempo. Com a paleoparasitologia, pode-se traçar a origem e evolução das doenças infecciosas, e assim entender melhor sua emergência e dispersão (Cockburn, 1967).

Esse trabalho envolveu pesquisadores da América do Sul e Estados Unidos, em projetos de pesquisa financiados por diversas agências. Os resultados que apresentamos a seguir partiram de trabalhos na região de Lower Pecos, Texas, Estados Unidos, e de sítios arqueológicos da região Nordeste do Brasil e do norte do estado de Minas Gerais, de clima semiárido com boas condições de preservação de material orgânico. Além disso, ambas são, ou foram até recentemente, regiões endêmicas de doença de Chagas.

Antes de apresentar esses resultados, porém, cabe uma pequena revisão sobre os achados na zona andina, desde as primeiras descrições de lesões compatíveis em corpos mumificados, com a descrição de megas, e encontro histopatológico de ninhos de amastigotas, até a confirmação da antiguidade da infecção chagásica nas múmias humanas mais antigas, as múmias Chinchorro, do deserto de Atacama, datadas de 9.000 anos (Aufderheide *et al*., 2004).

PEQUENA REVISÃO SOBRE OS ACHADOS DE INFECÇÃO CHAGÁSICA EM MÚMIAS SUL-AMERICANAS

Um dos primeiros artigos publicados a tratar de doença de Chagas em múmias sul-americanas foi o de Rothhammer e colaboradores (1985), em que os autores descrevem lesões cardíacas compatíveis com o quadro clínico crônico da doença. As evidências são obtidas em 35 corpos mumificados do deserto de Atacama, mas baseiam-se também em notícias de cronistas e na adaptação de *Triatoma infestans* ao domicílio em épocas passadas. Esse artigo é um marco para o estudo da doença e apresenta hipóteses que até hoje estão em teste, porém com algumas delas já comprovadas pelos resultados paleparasitológicos.

Uma múmia inca peruana foi necropsiada por Fornaciari e colaboradores (1992). Os pesquisadores encontraram evidências de doença de Chagas nas lesões descritas, inclusive a presença de ninhos de amastigotas. Usaram a técnica de reidratação em série de álcoois, proposta por Ruffer (1921) para recuperar tecidos mumificados e conseguiram evidenciar os parasitos na musculatura cardíaca.

Com as propostas de Bastos e colaboradores (1996), Guhl e colaboradores (1999) iniciaram, então, os estudos moleculares em múmias do deserto de Atacama, norte do Chile. Esses pesquisadores conseguem isolar o DNA de *T. cruzi* de tecidos mumificados datados de até 4.000 anos. À mesma época, com a diferença de pouco menos de um mês, Ferreira e colaboradores (2000) publicam artigo sobre múmias chilenas aplicando as técnicas de DNA, estas também do deserto de Atacama, mas da região da atual cidade de San Pedro de Atacama, oásis e centro de intenso comércio no passado. Esse achado, iniciado com as referidas pesquisas de Bastos e colaboradores, confirma a extensão da infecção chagásica na região em períodos de até 2.000 anos.

Esse foi um dos pontos de partida para o interessante artigo publicado por Guhl e colaboradores (2000), em que discutem as migrações humanas pré-históricas e a doença de Chagas. As técnicas usadas até então são comentadas por Madden e colaboradores (2001) e, por fim, Aufderheide e colaboradores (2004) publicaram o isolamento de DNA de *T. cruzi* em múmias Chinchorro datadas de 9.000 anos, consequentemente alguns milhares de anos antes da época conhecida para domesticação de roedores e camelídeos (Rothhammer *et al*., 1985).

Não há dúvida, portanto, de que a doença de Chagas estava presente nas populações pré-colombianas da região do Chile e Peru. Mais recentemente, Orellana (2008) identificou múmias bolivianas infectadas por *T. cruzi*, o que sustenta a hipótese de possível início da transmissão por *Triatoma infestans* nos altiplanos bolivianos.

Provavelmente, no continente americano, os humanos entraram em contato com o vetor infectado por *T. cruzi* em diversas ocasiões, simultaneamente ou não, dependendo do modo como atuavam e interagiam com o meio ambiente. Até o presente, o manejo do ambiente é reconhecidamente um fator de risco importante (Romaña, Emperaire & Jansen, 2003; Emperaire & Romaña, 2006).

BASE E SUSTENTAÇÃO PARA O ESTUDO EM OUTRAS REGIÕES: O ESTADO ATUAL – LOWER PECOS, TEXAS, ESTADOS UNIDOS

Enquanto a doença de Chagas é reconhecida como hiperendêmica na América do Sul, as infecções humanas são raramente descritas nos Estados Unidos e na fronteira norte do México.

Porém, a transmissão do *T. cruzi* no ambiente natural ocorre na América do Norte, principalmente no estado do Texas. Conhecem-se sete espécies de *Triatoma* no Texas: *Triatoma gerstaekeri*, *Triatoma indictiva*, *Triatoma lecticularius* (sinonímia *Triatoma heidemanni*), *Triatoma neotomae*, *Triatoma protracta*, *Triatoma rubida* e *Triatoma sanguisuga* (Elkins, 1951a; Lent & Wygodzinsky, 1979). A maioria tem ampla distribuição no estado. *Triatoma rubida* encontra-se

no oeste do Texas, próximo ao Novo México, ao passo que *Triatoma neotomae* distribui-se principalmente pelo vale do rio Grande (Elkins, 1951b; Eads, Trevino & Campos, 1963).

Essas sete espécies de triatomíneos já foram encontradas infectadas por *T. cruzi* (Wood, 1941a, 1941b; Davis, McGregor & De Shazo, 1943; De Shazo, 1943; Sullivan *et al*., 1949; Elkins, 1951a; Pippin, Law & Gaylor, 1968). Todas são consideradas potenciais vetores para doença de Chagas. Essas espécies também foram encontradas infectadas em outras regiões da América do Norte (Wood, 1941a, 1941b, 1942; Usinger, 1944).

Alguns dos hospedeiros de *T. cruzi* no Texas são os chamados ratos de algodão (*Neotoma micropus, Neotoma mexicana*, *Neotoma* spp.) (Packchanian, 1942; Sullivan *et al*., 1949; Buckholder, Alysson & Kelly, 1980; Ryckman, 1986), mas muitos outros roedores e pequenos mamíferos incluem-se como hospedeiros. São exemplos os pequenos roedores silvestres (*Perognathus hispidus*, *Liomys irrorattus*, *Onychomys leucogaster*), o camundongo (*Mus musculus*), o gambá americano (*Didelphis virginiana*), o tatu texano (*Dasypus noveminctus texanus*) e os morcegos (*Pipistrellus hesperus*) (Wood, 1941a; Packchanian, 1942; Burkholder, Allison & Kelly, 1980).

No vale do rio Grande, quatro estudos detalhados foram feitos entre 1941 e 1980 (Wood, 1941; Sullivan *et al.*, 1949; Eads, Trevino & Campos, 1963; Burkholder, Allison & Kelly, 1980). Cinco espécies de triatomíneos estão envolvidas na transmissão de *Trypanosoma cruzi*, e 25% de 861 espécimes capturados encontravam-se infectados. Os hospedeiros conhecidos do vale do rio Grande são as espécies de roedores *Neotoma micropus Perognathus hispidus*, *Liomys irrorattus* e *Onychomys leucogaster* (Burkholder, Allison & Kelly, 1980), mas também se diagnosticaram infecções em morcegos (*Pipistrellus hesperus*) (Wood, 1941a).

A possibilidade de *T. cruzi* causar doença no hospedeiro humano no Texas foi primeiramente demonstrada em 1942 por Packchanian (1943). Desde então, cinco casos de doença de Chagas foram confirmados laboratorialmente na região (Woody & Woody, 1955; Betz, 1984; Roberts & Janovy, 2009). Estudos sorológicos no sul do Texas, incluindo o vale do rio Grande, mostraram, pelo menos, 24 novos casos até o fim da década de 70 (Woody, Dedianous & Woody, 1961; Woody, Hernandez & Suchow, 1965; Kagan, Norman & Allain, 1966; Burkholder, Allison & Kelly, 1980). Além disso, a infecção por *T. cruzi* foi encontrada em cães e primatas não humanos, assim como em coiotes e outros animais (Kasa *et al*., 1977; Williams *et al*., 1977; Meurs *et al*., 1998; Burkholder, Allison & Kelly, 1980; Grögl *et al*., 1984).

Além dos casos no Texas, registraram-se casos autóctones na Califórnia (Schiffler *et al*., 1984). Diversas espécies de animais domésticos foram testadas e se infectaram por *T. cruzi* em Maryland (Diamond & Rubin, 1958). Atualmente, sabe-se que *T. cruzi* infecta numerosas espécies de animais dispersas pela maior parte dos Estados Unidos. A preocupação maior das autoridades sanitárias é que a doença de Chagas também se disperse pelo país com os movimentos migratórios, por via transfusional e/ou congênita (Milei *et al*., 2009).

AS REGIÕES SEMIÁRIDAS BRASILEIRAS

Embora o Brasil tenha eliminado a transmissão intradomiciliar vetorial de *T. cruzi* por *Triatoma infestans* em todo o país, existem as áreas rurais em que a transmissão se faz por espécies silvestres (Ramos Jr. & Carvalho, 2001). É o caso, por exemplo, do sudeste do estado do Piauí, aonde a espécie *Triatoma infestans* nunca chegou, jamais foi encontrada colonizando as casas a partir de determinada latitude, próximo à cidade de São Raimundo Nonato. Nessa parte do Nordeste brasileiro, os principais vetores encontrados no peridomicílio ou mesmo no interior das moradias são as espécies *Triatoma brasiliensis* e *Triatoma sordida*, ambas consideradas silvestres.

Triatoma brasiliensis adaptou-se muito bem às casas de adobe na região e aos anexos peridomiciliares, construídos, em geral, próximo às serras onde se encontram os reservatórios de água naturais. Isso é um problema para as ações

de controle, pois os hábitos silváticos/domiciliados do inseto tornam as medidas de controle e erradicação ineficientes. Como agravante, com o desenvolvimento e implementos introduzidos nas vilas e povoados, com acesso à energia elétrica, as luzes à noite passaram a atrair número maior de insetos do ambiente silvestre, aumentando o risco de transmissão. Nos pequenos povoados que circundam o Parque Nacional Serra da Capivara a espécie *Triatoma brasiliensis* pode ser encontrada infestando domicílios com facilidade (Dias *et al*., 2000). Esses insetos também podem ser facilmente encontrados nos abrigos sob rocha e nichos nas serras de arenito ou calcário, hábitat natural de roedores e marsupiais, encontrados infectados por *T. cruzi* (Gomes, 1993). O ciclo de vida do parasito, portanto, mantém-se em animais silvestres e domésticos. Assim, o parasito circula entre dois ambientes, o natural e aquele transformado por humanos, a apenas alguns metros de distância (Xavier *et al*., 2007).

A população atual que vive nas cercanias do parque originou-se principalmente de outros estados nordestinos, formando-se na segunda metade do século XIX e início do século XX, quando os indivíduos migraram para escapar do longo período de seca de então, estabelecendo-se em pequenos vilarejos na região. Na primeira metade do século XX, muitas famílias passaram a viver em grutas e abrigos sob rocha, como os povos pré-históricos, para coleta de borracha de maniçoba (*Manihot glaziovii*), de muita procura durante a Segunda Guerra Mundial.

Por muitos anos, a maniçoba sustentou essas famílias. Muitas crianças nasceram no meio da caatinga e lá viveram por muitos anos sem conhecer outras pessoas ou outra maneira de vida. Alguns deles ainda vivem nos atuais povoados, infectados por *T. cruzi* que adquiriram no passado (Ramos Jr. & Carvalho, 2001). Há relatos de mortes súbitas em jovens adultos, assim como de quadros clínicos cardíacos e/ou digestivos crônicos (Borges-Pereira *et al*., 2002, 2006, 2007; Sarquis *et al*., 2006).

Por essas características, e por se tratar de pequenas populações que se mantiveram isoladas por longos períodos, casando-se entre si, apresentam ali condições particularmente interessantes para se estudar aspectos evolutivos da história da doença de Chagas, relacionada tanto à patogenia da doença como a aspectos genéticos envolvendo a população humana. Caso se venha a recuperar material genético de *T. cruzi* em restos orgânicos de sítios arqueológicos e porventura seja possível compará-lo com o presente, certamente as informações serão valiosas para se entender a história evolutiva da doença de Chagas na região.

AS REGIÕES EM ESTUDO: O QUADRO PRÉ-HISTÓRICO – LOWER PECOS, TEXAS, ESTADOS UNIDOS

Em 2003, um caso de doença de Chagas foi confirmado na América do Norte. Tratava-se de um corpo mumificado de um indivíduo adulto, do sexo masculino, morto com o intestino repleto de fezes, sugestivo de um quadro de megacólon chagásico (Reinhard, Fink & Skiles, 2003). A múmia foi datada de 1.150 anos, e o diagnóstico confirmado pela recuperação de DNA do parasito por técnicas da biologia molecular (Dittmar *et al*., 2003). Assim como se tornou o caso notificado mais recentemente nos Estados Unidos, é também o caso mais antigo conhecido.

Como a doença de Chagas é rara na América do Norte, os casos humanos documentados são importantes e merecem relato, sejam eles recentes ou antigos. As lesões encontradas no corpo mumificado comprovam o sétimo caso de doença de Chagas no estado do Texas, trazendo dados importantes tanto para os paleoepidemiologistas como para os epidemiologistas da atualidade (Reinhard, Fink & Skiles, 2003).

A região do rio Grande (rio Bravo) possui uma bioarqueologia muito rica, especialmente entre as cidades Ciudad Acuna, Coahuila e Del Rio, no Texas, chegando aos tributários do parque Amistad International Recreation Area e a ambos os lados da fronteira internacional. Muitos corpos mumificados foram encontrados nessa região de

clima semiárido e oferecem ótima oportunidade para estudos paleoepidemiológicos. Esse em particular, em que se confirmou o caso de doença de Chagas (Reinhard, Fink & Skiles, 2003), foi estudado por Turpin, Henneberg e Bement (1986), que fizeram comparações dos resultados com quatro outras múmias. A datação radiocarbônica confirmou a morte há 1.150 anos.

A múmia foi identificada como SMM, trata-se de um indivíduo do sexo masculino, morto entre 35 e 45 anos de idade. O estudo palinológico e de restos alimentares (Turpin, Henneberg & Bement, 1986) mostrou que as gramíneas dominavam à época, seguidas por pólen de Asteraceae e pequenas quantidades de *Pinus*, *Cheno* Am, *Celtis* e algumas espécies não identificadas. Outros *taxa* presentes incluíam Onagraceae, Umbelliferae, *Juniperus*, Malvaceae (malva), *Dasylirion*, *Agave*, *Quercus*, *Prosopis* e esporos de samambaia. Macroscopicamente, *Opuntia* e sementes de gramíneas, identificadas como de *Setaria*, foram encontradas, assim como fibras, provavelmente de *Agave*. Encontrou-se uma surpreendente variedade de restos de animais nos coprólitos, incluindo fragmentos do esqueleto de diversos peixes, serpentes, morcegos, roedores (*Peromyscus*, *Thomomys*) e 250 fragmentos de gafanhotos. Pela análise de pólen e restos de animais, a morte do indivíduo deve ter ocorrido na primavera (Turpin, Henneberg & Bement, 1986).

A múmia compõe-se de esqueleto quase completo, com cabelos, tecidos conectivos e grande parte do trato digestivo. O corpo foi depositado deitado sobre o lado direito, sendo encontrado com uma massa de material orgânico dessecado, provavelmente o conteúdo do intestino delgado, cobrindo o lado direito do tórax e área abdominal. Esses restos ainda se encontram em estudo para se determinar sua origem. O intestino grosso está quase completo e sua aparência é compatível com quadro de megacólon (Reinhard, Fink & Skiles, 2003).

Esse caso de doença de Chagas diagnosticado na múmia SMM pode ter decorrido da infecção natural, pelas fezes de triatomíneos contendo formas tripomastigotas e por penetração ativa pelas mucosas. Embora não se possa determinar a espécie envolvida, há evidências de uma série restrita de possibilidades. As taxas de infecção encontradas em triatomíneos do vale do rio Grande sugerem as espécies *Triatoma gerstaekeri* e *Triatoma neotomae* como as mais prováveis. Porém, *Triatoma neotomae* prefere alimentar-se de sangue de roedores, ao passo que *Triatoma gerstaekeri* é mais oportunista, alimentando-se em diversos animais, incluindo humanos (Packchanian, 1939; Eads *et al*., 1963, Lent & Wygodzinsky, 1979). Em um dos estudos realizados no Texas, constatou-se que esta última espécie estava envolvida em todos os casos humanos (Woody, Dedianous & Woody, 1961).

Mas a infecção pelas fezes dos triatomíneos não é a única forma de transmissão do parasito. Na verdade, os resultados do conteúdo alimentar da múmia SMM sugerem que esse indivíduo pode ter se infectado pela ingestão de alimentos ou pelo próprio vetor. Casos de infecção por *T. cruzi* podem ocorrer quando os insetos contaminados são ingeridos ou animais são ingeridos crus (Usinger, 1944; Lent & Wygodzinsky, 1979). No conteúdo intestinal da múmia SMM há fragmentos do rato de patas brancas (*Peromyscus leucopus*), gofer – *pocket gopher* (*Thomomys* sp.), um morcego e 250 gafanhotos. Essas preferências gastronômicas suscitam a hipótese de que esse indivíduo teria ingerido algum triatomíneo inteiro, infectado por *T. cruzi*.

As análises de outros coprólitos da região Sudoeste (Reinhard, 1990, 1992; Reinhard *et al*., 1992) mostram que os caçadores-coletores comiam frequentemente grande variedade de insetos, como gafanhotos, grilos e formigas. Embora atualmente a ingestão de vetores ou hospedeiros vertebrados não pareça epidemiologicamente importante, o caso dessa múmia leva a se considerar tal possibilidade para sociedades com hábitos alimentares diferentes daqueles da sociedade ocidental.

Outro aspecto da patoecologia da doença de Chagas nessa área é o consumo de roedores crus ou mal cozidos na pré-história. É uma possibilidade remota a de que o consumo de roedores e a alta frequência de doença oral tenham

causado infecção. É sabido que a via oral é extremamente eficiente. De fato, além de as formas metacíclicas serem perfeitamente capazes de invadir mucosas íntegras, o ambiente ácido do estômago expõe epítopos na superfície do parasito que aumentam a infectividade deste (Yoshida, 1997). Adicione-se a isso o fato de que em 84% dos adultos escavados em Lower Pecos encontraram-se abscessos dentários que podem ter sido porta de entrada para o parasito.

As lesões patológicas no intestino estão claramente visíveis na múmia. Como nos dias de hoje, a doença de Chagas era endêmica na região em épocas pré-históricas, embora considerada de baixa endemicidade. O estilo de vida, especialmente o uso de grutas como moradia, proporcionava condições ideais para a patoecologia na região de Lower Pecos. As escavações nas grutas recuperaram grande quantidade de fibras vegetais, hábitat ideal para roedores e triatomíneos. As pessoas usavam a palha como cama, o que mostra que, de fato, dormiam nas grutas (Shafer, 1986). Tais condições teriam levado à prevalência de doença de Chagas na população de então.

Para complementar, um estudo interessante foi apresentado por Dittmar e colaboradores (2003), que recuperaram 18S rDNA de *T. cruzi* de tecido muscular desse corpo mumificado. A sequência resultante foi manualmente alinhada com as sequências disponíveis no GenBank (Sequencer 4.1.1.) e submetida à análise filogenética usando a análise de semelhança máxima (ML) (Felsenstein, 1981). O achado confirma o quadro da forma digestiva da doença de Chagas descrito por Reinhard, Fink e Skiles (2003).

O ESTUDO DA DOENÇA DE CHAGAS PRÉ-HISTÓRICA NO BRASIL

Na região do cerrado do norte do estado de Minas Gerais, no vale do Peruaçu, região central do Brasil, André Prous encontrou um corpo parcialmente mumificado de um indivíduo de idade entre 35 e 40 anos, enterrado em uma cova oval, no interior de uma abrigo sob rocha, próximo ao rio Peruaçu (Kipnis, 2008).

Em um primeiro exame de fragmentos de coprólitos retirados dessa múmia, encontraram-se ovos de *Echinostoma* sp., um parasito que não é comum no hospedeiro humano, e ovos de ancilostomídeos (Sianto *et al.*, 2005).

Nessa parte do Brasil central, a preservação de restos orgânicos é muito boa. Embora haja matas de galeria ao longo dos rios, a vegetação é característica do cerrado. O corpo estava colocado em posição fetal, protegido por folhas e coberto por cestos. A cabeça do indivíduo estava envolta em folhas e seu corpo encontra-se parcialmente mumificado. Braços, pernas, pele abdominal e musculatura de algumas partes estão bem preservados. Muitos objetos pessoais foram encontrados na cova. Embora fraturas solidificadas tenham sido identificadas nos ossos do pé, não há sinais de violência no esqueleto. Destacam-se lesões orais, como desgaste dentário, cáries e abscesso dentário. Uma grande massa na cavidade abdominal foi identificada como acúmulo de fezes, a obstruir o cólon descendente e sigmoide. A forma da massa fecal reproduz as circunvoluções do intestino.

Fez-se cuidadosa limpeza e a massa foi exposta, mas antes submeteu-se o corpo a tomografia computadorizada (CT), obtendo-se imagens detalhadas do interior da múmia (Fernandes *et al.*, 2008). Para confirmar a suspeita de se tratar de um caso de megacólon chagásico, uma vez que a região do vale do Peruaçu é hoje endêmica para a doença, testou-se por PCR a presença de *T. cruzi*, obtendo-se resultados positivos. Mais ainda, foi possível confirmar a presença do parasito em vários tecidos do indivíduo, mostrando que este apresentava uma alta carga parasitária, assim como a presença de DNA *T. cruzi* no tecido contíguo à massa fecal confirma a patologia encontrada como megacólon. Essa é uma patologia associada ao genótipo TCII e típica da fase crônica da doença que era bastante comum na área antes do controle da transmissão vetorial por *Triatoma infestans*. No entanto, a caracterização do parasito de uma das amostras mostrou um perfil TCI.

Adicionalmente, atribui-se esse quadro à infecção humana pelo genótipo TCII. A presença de TCI em um indivíduo com megacólon pode ser explicada por mudança no perfil epidemiológico da doença ou por uma infecção mista TCI/TCII, não detectada. Vale mencionar ainda que a morbidade da infecção por TCI ou TCII na espécie humana ainda apresenta questões não respondidas, tais como a associação destes genótipos com maior ou menor grau de morbidade, ou mesmo de aspectos clínicos diferenciados de manifestações da doença.

A positividade da PCR em quase todos os fragmentos testados mostra que o parasito estava disperso por todo o organismo e que o indivíduo apresentava alta carga parasitária, aspecto típico da fase aguda da doença – o que, aparentemente, está em contradição com o megacólon, típico de fase crônica.

Um resultado aparentemente contraditório foi observado por Araújo e colaboradores (2005), que estudaram o mesmo material. Esses autores, utilizando como alvo 18S rDNA (126bp and 159 bp) e 12S rDNA (148 bp) mitocondrial, confirmaram a infecção por *T. cruzi* mas concluíram que os parasitos encontrados eram do genótipo TCII. Esse resultado, aparentemente contraditório, pode significar uma infecção mista TCI e TCII no mesmo indivíduo.

Em um estudo em outro indivíduo desse sítio arqueológico, Lima e colaboradores (2008) observaram a infecção pelo genótipo TCI do *T. cruzi* em um fragmento de osso humano datado de 7000–4500 anos AP (antes do presente). Esse fragmento foi descrito como de um indivíduo do sexo feminino, de aproximadamente 35-39 anos de idade, pertencente a uma população de caçadores-coletores.

A genotipagem foi obtida por meio da amplificação e sequenciamento de um fragmento do gene de mini-exon (339 bp). A hibridação com iniciadores específicos desse fragmento de DNA (sequências de mini-exon TcI e TcII e k-DNA total) confirmou a presença de *T. cruzi* no material. A presença do genótipo TCI em um tecido ósseo humano datado de 7000–4500 AP no estado de Minas Gerais, uma região onde esse genótipo não é registrado infectando humanos (Fernandes *et al.*, 1998, 1999), mostra que a distribuição dos genótipos de *T. cruzi* é dinâmica e varia em diferentes recortes no espaço e no tempo.

A possibilidade de genotipar o parasito encontrado em remanescentes arqueológicos abre a fascinante perspectiva de reconstituir a origem e dispersão do *T. cruzi* e de suas subpopulações e, quem sabe, resolver a questão referente ao hospedeiro ancestral do *T. cruzi*.

CONCLUSÕES

Muitos vestígios importantes no genoma de parasitos e hospedeiros permanecem durante o processo coevolutivo do sistema parasito-hospedeiro-ambiente (Araújo *et al.*, 2003). Esses remanescentes são transmitidos pelo genoma e podem revelar importantes eventos do processo evolutivo.

A paleoparasitologia, especialmente pelo uso das técnicas de biologia molecular, oferece novas formas de se estudar as relações parasito-hospedeiro, uma vez que é possível estudar o genoma antigo de parasitos e hospedeiros, suas mudanças ou permanências. A paleoparasitologia pode esclarecer aspectos relativos à antiguidade das relações parasito-hospedeiro, assim como sua origem e evolução (Araújo & Ferreira, 2000; Araújo *et al.*, 2003).

Ujvari (2008) comenta com muita propriedade essas possibilidades da paleoparasitologia, trazendo à discussão desde a origem do parasitismo nos tripanossomatídeos até a formação de espécies nas Américas. Comenta que o material genético de *T. cruzi* pode reconstituir a história geográfica do planeta há 100 milhões de anos, e que se pode usá-lo para a história geográfica do continente. Chega a essas conclusões com base nos estudos de tripanossomas africanos e australianos, comparando-os com os americanos.

Os estudos sobre a paleoparasitologia da doença de Chagas podem esclarecer a antiguidade desta doença nas Américas pela extração e amplificação de DNA de *T. cruzi* em vestígios orgânicos humanos e de outros animais, incluindo-se fragmentos de vetores e hospedeiros vertebrados encontrados em sítios arqueológicos.

Pode-se comparar o material extraído em diferentes períodos de ocupação humana, como nos períodos de caçadores-coletores e agricultores, dos moradores de grutas ou abrigo sob rocha e dos grupos que viviam em aldeias. Pode-se assim tentar abordagens evolutivas e análises cladísticas do período pré-colombiano aos dias atuais. Um quadro paleoepidemiológico começa a ser traçado, com interessantes possibilidades sobre a emergência da doença nos habitantes, ou ocupantes ocasionais, das grutas e paredões rochosos, enquanto parecem diminuir ou desaparecer por completo nos grupos que viviam em aldeias e mudavam eventualmente o local de ocupação.

REFERÊNCIAS

ANONYMOUS. Anonymous recommendations from a satellite meeting. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94: 549-562, 1999.

ARAÚJO, A. & FERREIRA, L. F. Paleoparasitology and the antiquity of human host-parasite relationship. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95, supl. 1: 89-93, 2000.

ARAÚJO, A. *et al*. Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

ARAÚJO, A. *et al*. Paleoparasitology of Chagas' disease. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38: 490-490, 2005.

AUFDERHEIDE, A.C. *et al*. A 9,000-year record of Chagas' disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101: 2.034-2.039, 2004.

BASTOS, O. M. *et al*. Experimental paleoparasitology: identification of *T. cruzi* DNA in desiccated mouse tissue. *Paleopathology Newsletter*, 94: 5-8, 1996.

BETZ, T. G. Chagas disease investigation. *Texas Preventing Diseases Newsletter*, 31: 1-4, 1984.

BORGES-PEREIRA, J. *et al*. Estudo da infecção e morbidade da doença de Chagas no município de João Costa, Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 35: 315-322, 2002.

BORGES-PEREIRA, J. *et al*. Soroprevalência da infecção chagásica no estado do Piauí, 2002. *Revista do Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 39: 530-539, 2006.

BORGES-PEREIRA, J. *et al*. Prevalência de aneurismas de ventrículo esquerdo em duas áreas do estado do Piauí, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 40: 521-526, 2007.

BUCKHOLDER, J. E.; ALLISON, T. C. & KELLY, V. P. *Trypanosoma cruzi* (Chagas) (Protozoa: Kinetoplastida) in invertebrate, reservoir, and human hosts of the Lower Rio Grande Valley of Texas. *The Journal of Parasitology*, 66: 305-311, 1980.

COCKBURN, A. *Infectious Diseases: their evolution and eradication*. Cambridge: Cambridge University Press, 1967.

COIMBRA JR., C.E.A. Human settlements, demographic pattern, and epidemiology in lowland Amazonia: the case of Chagas' disease. *American Anthropologist*, 90: 82-97, 1988.

DAVIS, D. J.; MCGREGOR, T. & DE SHAZO, T. *Triatoma sanguisuga* (LeConte) and *Triatoma ambigua* Neiva as natural carriers of *Trypanosoma cruzi* in Texas. *Public Health Reports*, 58: 353-354, 1943.

DE SHAZO, T. A survey of *Trypanosoma cruzi* infection in *Triatoma* spp. collected in Texas. *Journal of Bacteriology*, 46: 219-220, 1943.

DIAMOND, L. S. & RUBIN, R. Experimental infection of certain farm mammals with a North American strain of *Trypanosoma cruzi* from the raccoon. *Experimental Parasitology*, 7: 383-390, 1958.

DIAS, J. C. P. Doença de Chagas: sucessos e desafios. *Cadernos de Saúde Pública*, 22: 2.020-2.021, 2006.

DIAS, J. C. P. *et al*. Esboço geral e perspectivas da doença de Chagas no nordeste do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 16, supl. 2: 13-24, 2000.

DITTMAR, K. *et al*. Molecular diagnosis of prehistoric *Trypanosoma cruzi* in the Texas-Coahuila border region. *In*: ANUAL MEETING OF THE PALEOPATHOLOGY ASSOCIATION, 13, 2003, Tempe, Arizona. *Supplement of the Paleopathology Newsletter*. Detroit: Paleopathology Association, 2003.

EADS, R. B.; TREVINO, H. A. & CAMPOS, E. G. *Triatoma* (Hemiptera: Reduviidae) infected with *Trypanosoma cruzi* in South Texas wood rat dens. *The Southwestern Naturalist*, 8: 38-42, 1963.

ELKINS, J. C. Chagas' disease and vectors in North Central Texas. *Arizona Medicine*, 41: 159-161, 1951a.

ELKINS, J. C. The Reduviidae of Texas. *The Texas Journal of Science*, 3: 407-412, 1951b.

EMPERAIRE, L. & ROMAÑA, C. A. Triatominae et Cactaceae: un risque pour la transmission de la Trypanosomose americaine dans le peridomicile (nord-est du Brésil). *Parasite*, 13: 171-178, 2006.

EWALD, P. W. *Evolution of Infectious Disease*. Oxford: Oxford University Press, 1996.

EWALD, P. W. *et al*. Evolutionary control of infectious disease: prospects for vectorborn and waterborne pathogens. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93: 567-576, 1998.

FELSENSTEIN, J. Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17: 368-376, 1981.

FERNANDES, O. *et al.* The mini-exon gene: a genetic marker for zymodeme III of *Trypanosoma cruzi*. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 95:129-133, 1998.

FERNANDES, O. *et al*. The complexity of the sylvatic cycle of *Trypanosoma cruzi* in Rio de Janeiro state (Brazil) revealed by the non-transcribed spacer of the mini-exon gene. *Parasitology*, 118: 161-166, 1999.

FERNANDES, A. *et al*. Pre-Columbian Chagas' disease in Brazil: *Trypanosoma cruzi* I in the archaeological remains of a human in Peruaçu Valley, Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 514-516, 2008.

FERREIRA, L. F. *et al*. Paleoparasitology of Chagas' disease revealed by infected tissues from Chilean mummies. *Acta Tropica*, 75: 79-84, 2000.

FORNACIARI, G. *et al*. Chagas' disease in a Peruvian Inca mummy. *The Lancet*, 339: 128-129, 1992.

GOMES, M. A. T. *Potencial de Transmissão da Tripanossomíase Americana nas Localidades do Sítio do Mocó e Borda, Município de São Raimundo Nonato, Sudeste do Piauí*, 1993. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

GRÖGL, M. *et al*. Antibodies to *Trypanosoma cruzi* in coyotes in Texas. *The Journal of Parasitology*, 70: 189-191, 1984.

GUHL, F. *et al. T. cruzi* DNA in human mummies. *The Lancet*, 349: 1.370, 1997.

GUHL, F. *et al*. Isolation of *Trypanosoma cruzi* DNA in 4.000-year-old mummified human tissue from northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 108: 401-407, 1999.

GUHL, F. *et al*. Chagas' disease and human migration. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: 553-555, 2000.

GUIDON, N. On stratigraphy and chronology of Pedra Furada. *Current Anthropology*, 30: 641-642, 1989.

GUIDON, N. & ARNAUD, B. The chronology of the New World: two faces of one reality. *World Archaeology*, 23: 524-529, 1991.

GUIDON, N. & DELIBRIAS, G. Carbon 14 dates point to man in the Americas 32,000 years ago. *Nature*, 324: 167-178, 1986.

HAAG, J.; O'HUIGIN, C. & OVERATH, P. The molecular phylogeny of trypanosomes: evidence for an early divergency of the Salivaria. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 91: 37- 49, 1998.

JOHNSON, K. L. *et al*. A tick from a prehistoric Arizona coprolite. *The Journal of Parasitology*, 94: 296-298, 2008.

KAGAN, I. G.; NORMAN, N. & ALLAIN, D. Studies on *Trypanosoma cruzi* isolated in the United States: a review. *Revista de Biología Tropical*, 14: 55-73, 1966.

KASA, T. J. *et al*. An endemic focus of *Trypanosoma cruzi* infection in a sub-human primate research colony. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 171: 850-854, 1977.

KIPNIS, R. Padrões de Subsistência dos povos forrageiros do Vale do Peruaçu. *In*: PROUS, A. P. & RODET, J. (Ed.). *Arqueologia do Vale do Peruaçu*. Belo Horizonte: Museu de História Natural/UFMG, 2008.

LEAL, E. S. & ZANOTTO, P. M. A. Viral diseases and human evolution. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95: 193-200, 2000.

LEGER, L. Les affinités de l'*Herpetomonas subulata* et la phylogenie des trypanosomes. *Comptes Rendues de la Societé de Biologie*, 67: 615, 1904.

LENT, H. & WYGODZINSKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 163: 125-520, 1979.

LIMA, V. S. *et al*. Chagas' disease in ancient hunter-gatherer populations, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, 14: 1.001-1.002, 2008.

MADDEN, M. *et al*. Hybridization screening of very short PCR products for paleoepidemiological studies of Chagas' disease. *Biotechniques*, 30: 102-104, 2001.

MELTZER, D. J.; ADOVASIO, J. M. & DILLEHAY, T. D. On a Pleistocene human occupation at Pedra Furada, Brazil. *Antiquity*, 68: 695-714, 1994.

MEURS, K. M. *et al*. Chronic *Trypanosoma cruzi* infection in dogs: 11 cases (1987-1996). *Journal of the American Veterinay Medical Association*, 213: 497-500, 1998.

MILEI, J. *et al.* Prognostic impact of Chagas' disease in the United States. *American Heart Journal* 157: 22-29, 2009.

MILES, M. A. *et al.* The identification by isoenzyme patterns of two distinct strain-groups of *T. cruzi*, circulating independently in a rural area of Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 71: 217-225, 1977.

MILES, M. A. *et al.* Isozymic heterogeneity of *T. cruzi* in the first autochthonous patients with Chagas' disease in Amazonian Brazil. *Nature*, 272: 819-821, 1978.

MINCHIN, E. A. Investigations on the development of trypanosomes in tsetse flies and other Diptera. *The Quarterly Journal of Microscopical Science*, 52: 159, 1908.

ORELLANA, N. C. H. *Paleogenética de Populações Pré-Colombianas da Bolívia: análises do mtDNA humano, e infecções por* Trypanosoma cruzi *e vírus linfotrópico das células T humanas (HTLV)*, 2008. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

PACKHANIAN, A. Natural infection of *Triatoma gerstakeri* with *Trypanosoma cruzi* in Texas. *Public Health Reports*, 55: 1.300-1.306, 1939.

PACKHANIAN, A. Reservoir hosts of Chagas' disease in the United States. *American Journal of Tropical Medicine*, 22: 623-631, 1942.

PACKHANIAN, A. Infectivity of the Texas strain of *Trypanosoma cruzi* to man. *American Journal of Tropical Medicine*, 23: 309-314, 1943.

PARENTI, F. *et al.* Chronostratigraphie des gisements archéologiques et paléontologiques de São Raimundo Nonato (Piauí, Brésil): contribution à la connaissance du peuplement pléistocène de l'Amérique. *Actes 3ème Congrès International C14 et Archéologie*, 26: 327-332, 1998.

PIPPIN, W. F.; LAW, P. F. & GAYLOR, M. J. *Triatoma sanguisuga texana* Usinger and *Triatoma sanguisuga indictiva* Neiva naturally infected with *Trypanosoma cruzi* Chagas in Texas. *Journal of Medical Entomology*, 5: 134, 1968.

RAMOS JR., A. N. & CARVALHO, D. M. Os diferentes significados da certificação conferida ao Brasil como estando livre da doença de Chagas. *Cadernos de Saúde Pública*, 17: 1.403-1.412, 2001.

REINHARD, K. J. Archaeoparasitology in North America. *American Journal of Physical Anthropology*, 82: 145-162, 1990.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J.; FINK, M. & SKILES, J. A case of megacolon in Rio Grande Valley as a possible case of Chagas' disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 165-172, 2003.

REINHARD, K. J. *et al*. Recovery of parasite remains from coprolites and latrines: aspects of paleoparasitology techniques. *Homo*, 37: 217-239, 1987.

REINHARD, K. J. *et al*. Discovery of colon contents in a skeletonized burial: soil sampling for dietary remains. *Journal of Archeological Science*, 19: 697-705, 1992.

ROBERTS, L. S. & JANOVY, J, J. *Foundations of Parasitology*. New York: MacGraw Hill Publishers, 2009.

ROMAÑA, C.; EMPERAIRE, L. & JANSEN, A. M. Enfoques conceptuales y propuestas metodológicas para el estudio de las interacciones entre el medio ambiente y la salud: aplicación a un programa de investigación sobre la tripanosomiasis americana. *Cadernos de Saúde Pública*, 19: 945-953, 2003.

ROTHHAMMER, F. *et al*. Chagas' disease in pre-Columbian South America. *American Journal of Physical Anthropology*, 68: 495-498, 1985.

RUFFER, M.A. *Studies on Paleopathology of Egypt*. Chicago: University of Chicago Press, 1921.

RYCKMAN, R.E. The vertebrate hosts of the Triatominae of North and Central America and the West Indies (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). *Bulletin of the Society of Vector Ecologists*, 11: 221-241, 1986.

SARQUIS, O. *et al*. Aspects of peridomiciliary ecotopes in rural areas of northeastern Brazil associated to triatomine (Hemiptera, Reduviidae) infestation, vectors of Chagas' disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101(2): 143-147, 2006.

SCHIFFLER, R. J. *et al*. Indigenous Chagas' disease (American trypanosomiasis) in California. *Journal of American Medical Association*, 251: 2.983-2.984, 1984.

SHAFER, H. J. *Ancient Texans: rock art and lifeways along the Lower Pecos*. Austin: Texas Monthly Press, 1986.

SIANTO, L. *et al.* The finding of *Echinostoma* (Trematoda: Digenea) and hookworm eggs in coprolites collected from a Brazilian mummified body dated 600-1,200 years before present. *The Journal of Parasitology* 91: 972-975, 2005.

STEVENS, J. R. & GIBSON, W. The evolution of pathogenic trypanosomes. *Cadernos de Saúde Pública*, 15: 673-684, 1999.

STEVENS, J.; NOYES, H. & GIBSON, W. The evolution of trypanosomes infecting humans and primates. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93: 669-676, 1998.

STEVENS, J. R. *et al*. The molecular evolution of Trypanosomatidae. *Advances in Parasitology*, 48: 1-56, 2001.

SULLIVAN, T. *et al*. Incidence of *Trypanosoma cruzi*, Chagas, in triatoma (Hemiptera, Reduviidae) in Texas. *American Journal of Tropical Medicine*, 29: 453-458, 1949.

TURPIN, S. A.; HENNEBERG, M. & BEMENT, L. C. Late Archaic mortuary practices of the Lower Pecos River region, southwest Texas. *Plains Anthropologist*, 31: 295-315, 1986.

UJVARI, S. C. *A História da Humanidade Contada Pelos Vírus*. São Paulo: Contexto, 2008.

USINGER, R. L. The triatomine of the North and Central America and the West Indies and their public health significance. *Public Health Bulletin*, 288: 83, 1944.

WILLIAMS, G. D. *et al*. Naturally occurring trypanasomiasis (Chagas' disease) in dogs. *American Journal of Veterinary Medical Association*, 171: 171-177, 1977.

WOOD, S. F. New localities for *Trypanosoma cruzi* Chagas in southwestern United States. *American Journal of Hygiene*, 34: 1-13, 1941a.

WOOD, S. F. Notes on the distribution and habits of Reduviid vectors of Chagas' disease in the southwestern United States. *Pan-Pacific Entomologist*, 27: 85-94, 1941b.

WOOD, S. F. Observations on vectors of Chagas' disease in the United States. *Bulletin (Southern California Academy of Sciences)*, 41: 61-69, 1942.

WOODY, N. C. & WOODY, H. B. American trypanosomiasis (Chagas' disease). *Journal of the American Medical Association*, 159: 676-677, 1955.

WOODY, N. C.; DEDIANOUS, N. & WOODY, H. B. American trypanosomiasis II: current serologic studies in Chagas' disease. *The Journal of Pediatrics*, 58: 738-745, 1961.

WOODY, N. C.; HERNANDEZ, A. & SUCHOW, B. American trypanosomiasis III: the incidence of serologically diagnosed Chagas' disease among persons bitten by the insect vector. *The Journal of Pediatrics*, 66: 107-109, 1965.

XAVIER, S. C. *et al*. Mapping of the distribution of *Trypanosoma cruzi* infection among small wild mammals in a conservation unit and its surroundings (Northeast-Brazil). *Parasitology International*, 56: 119-128, 2007.

YOSHIDA, N. *et al.* Removal of sialic acid from mucin-like surface molecules of *Trypanosoma cruzi*. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 84: 57-67, 1997.

ZINGALES, B. *et al*. A new consensus for *Trypanosoma cruzi* intraspecific nomenclature: second revision meeting recommends TcI to TcVI. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104: 1.051-1.054, 2009.

27

Documentos Históricos e Doenças

Diana Maul de Carvalho

ALGUMAS QUESTÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

A construção de interfaces de disciplinas científicas enfrenta, entre outras questões, problemas específicos de 'tradução' de enunciados. Para se construir um discurso comum, é necessário explicitar o significado de conceitos centrais para essa construção, sob pena de a polissemia originar um discurso aparentemente complexo, mas, com muita frequência, apenas confuso e nulo em potencial analítico. A história da medicina e a discussão das doenças em uma perspectiva histórica impõem a construção de um diálogo entre os discursos da clínica, da epidemiologia e das ciências humanas.

A história natural distingue o homem como espécie única entre os seres vivos. Esse homem, medida de todas as coisas, permite a construção do discurso da história; com a permanência do seu olhar cria um passado, um futuro e um presente coletivos. O evolucionismo do século XIX situa esse homem no limite da evolução, fixando suas características de espécie.

A permanência do olhar humano se estende às características biológicas básicas, aos processos fisiológicos. Essa permanência permite a construção do discurso epidemiológico. E, se aceitarmos essas premissas, podemos falar de uma epidemiologia histórica ou de uma história das doenças.

O que é uma 'doença'? E por que estudaríamos sua história? O estudo das doenças em uma perspectiva histórica envolve, entre outras questões, o exame do próprio conceito de doença e seus limites. Grmek (1983) diz que não fará uma história dos saberes sobre doenças nem de práticas sociais em relação a elas, mas sim uma história de doenças. De fato, ele faz a opção de definir doença com base nos achados (ou descrições) de sinais e sintomas e lesões anatomopatológicas que hoje correspondem a doenças definidas, ou a estados classificados como potencialmente patológicos. O material arqueológico que esse autor inclui em seus estudos das doenças na Antiguidade Clássica – tecidos, principalmente ossos, além de outros achados – orienta a escolha de um critério que possa ter permanência, estabilidade, para um tempo relativamente longo, medido em milhares de anos; que possa, de certa forma, ser a-histórico.

O modelo teórico proposto por esse autor – a patocenose – tem origem nas discussões da patobiocenose de Pavlovsky (s.d.), mas, ao retirar o 'bio', Grmek lança o desafio da inclusão das 'variáveis sociais' na análise das doenças nas populações humanas, e se aproxima dos conceitos da 'ecologia humana'.[1]

Na discussão das doenças do passado, nesse modelo, trabalhamos com os conceitos de possibilidade e probabilidade da presença de uma dada entidade nosológica de acordo com sua construção com base na epidemiologia. Até agora, um impasse teórico relevante é a inclusão das 'variáveis sociais' como integrantes desse modelo. Assim, a possibilidade será basicamente definida pelo confronto dos sinais e sintomas, como descritos nos documentos ou encontrados nos exames de tecidos mumificados, com aqueles que compõem os quadros das doenças como atualmente definidas.

É claro que, mediante esse procedimento, também podemos discutir a presença de doenças hoje desconhecidas. Do mesmo modo como consideramos as 'doenças emergentes' podemos pensar em 'doenças que submergiram'. Por outro lado, a probabilidade de ocorrência não será definida primariamente pelo quadro clínico, e sim pela 'evidência epidemiológica'; pela presença daqueles fatores que, dependendo do modelo considerado, serão ditos 'determinantes', 'fatores de risco' e 'variáveis associadas' da doença estudada.

Os sinais e sintomas são considerados como expressões diretas do processo fisiopatológico, e, portanto, relativamente permanentes, estruturais. A evidência epidemiológica é circunstancial, conjuntural. Assim, em longos períodos, mesmo dezenas de milhares de anos, esperamos que as possibilidades sejam estáveis e as probabilidades variem. Essas considerações se aplicam tanto às análises paleopatológicas como ao estudo de textos e outros documentos.[2]

Outros autores, como Charles Rosenberg (1992),[3] fazem opção diversa. Ao construir uma história social das doenças, definirão estas com base em seu 'reconhecimento social' e trabalharão o contexto e os atores envolvidos nessa construção.[4] No entanto, em vários aspectos, o Grmek da Aids (1989) se parece mais com Rosenberg do que com o Grmek das doenças 'arqueológicas'. As opções metodológicas, na construção desse objeto, envolvem uma insuspeitada complexidade. À primeira vista, algumas opções parecem, em grande parte, orientadas pela própria base documental: onde só há ossos, tentamos reconstruir uma patocenose. Onde abundam os documentos escritos, optamos pela reconstrução da trajetória dos discursos sobre a doença. Queremos sugerir que essas abordagens não são excludentes, apesar de envolverem desafios metodológicos diferentes.

As questões metodológicas envolvidas na construção de patocenoses a partir de material arqueológico são abordadas em outros capítulos deste livro. Aqui, vamos levantar algumas questões envolvidas no estudo de documentos escritos – com base em alguns exemplos – para a construção da história das doenças, tendo estes dois autores, Grmek e Rosenberg, como possibilidades de referência teórico-metodológica, mas considerando fundamentalmente a possibilidade de construção de patocenoses.

Queremos apontar também que, para os desenvolvimentos metodológicos, o "paradigma indiciário", como proposto por Carlo Ginsburg (1989), pode representar um elemento condutor das pesquisas de história das doenças. Não pretendemos, fique claro, esgotar essas questões, e a seleção de exemplos é enviesada para a tentativa de

[1] Para discussão aplicando os conceitos da ecologia humana, veja Follér & Hansson (1996) e Coimbra Júnior *et al.* (2002).

[2] Duas coletâneas que representam bem as discussões e iniciativas até os anos 70 do século XX, de estudos interdisciplinares, naquele momento marcadamente evolucionistas, e que se aproximam das propostas de Grmek e outros autores são Rothschild (1981) e Stanley & Joske (1980).

[3] Ver também Rousseau *et al.* (2003).

[4] Para uma boa revisão dos conceitos e posições teóricas da história social das doenças, ver Nascimento & Silveira (2004).

apresentar uma diversidade de situações que ilustrem os impasses e as soluções encontradas. E mostrem também nossa visão de que a história das doenças não é feita para identificar 'personagens da história' que, especialmente quando 'personificados' em microrganismos, adquirem autonomia como agentes e explicação singular dos eventos.[5] Entendemos a história das doenças como um marcador importante das formas de organização das sociedades humanas, dos modos de produção, das intervenções no ambiente que permitem definir o território como o espaço construído pelo movimento dos homens (Santos, 1996) – uma criação humana da qual as doenças constituem um componente essencial.

AS DOENÇAS NOS TEXTOS

Por textos, entendemos aqui uma diversidade considerável de documentos, desde aqueles onde explicitamente esperamos ver descritas (ou pelo menos nomeadas) as doenças, como os atestados de óbito e prontuários médicos, até textos literários onde podemos encontrar indícios de sua presença. Consideramos aqui apenas textos oriundos da chamada 'tradição ocidental' da medicina, em algumas poucas línguas europeias, e registrados do século XV em diante.

Inicialmente, a interpretação de textos deve levar em conta que, na nossa leitura, podemos não considerar como doenças eventos não reconhecíveis hoje como tais (a não ser que explicitamente nomeados). Provavelmente também estarão pouco representados eventos não considerados na época como anormais, ainda que hoje correspondam a doenças bem identificadas.

Do século XVIII ao XIX, da medicina classificatória para a fisiopatológica, do momento de Pinel ao de Claude Bernard, a doença passa, de um conjunto de sinais e sintomas que permitem uma classificação fenotípica, a ser vista como a expressão de alterações de funções de um normal definível; uma fisiopatologia com substrato material.

A medicina classificatória fenotípica do século XVIII só reconhecia a doença a partir do doente, *a posteriori*. A medicina de base fisiopatológica do século XIX se propõe capaz de definir o normal positivamente e não apenas pela ausência da doença percebida. Pode, portanto, encontrar a doença *a priori* e 'descobrir' o doente por comparação com o 'normal'.

Para a prática médica, a operacionalização desses conceitos implica mudanças profundas. Ao assumir que os fenômenos patológicos são idênticos aos fenômenos normais correspondentes, salvo pelas variações quantitativas (Canguilhem, 1990), a medicina assume não apenas a capacidade de reconhecer os doentes, nomear as doenças, e tratá-los, como também a de definir o doente (inclusive negando seu próprio reconhecimento), corporificando no médico a função de definir um valor social, a saúde.

Do século XIX para o século XX, surgem novas questões. Surge a possibilidade de ver a doença não apenas como resultado de alterações do meio interno sob o efeito de agressores externos, mas como resultante de relações ecológicas. Cannon (1939), com a teoria da homeostase, sinaliza essa questão ao discutir o equilíbrio do meio interno e do meio externo. Selye (1956), ao desenvolver a teoria do *stress* e definir a síndrome geral de adaptação e as doenças de adaptação, retoma algumas questões levantadas pela teoria da irritação de Broussais (1828) e, ampliando a teoria da homeostase, tenta superar um dos impasses da clínica de base fisiopatológica – nem sempre os alterados são doentes – e chega a afirmar que algumas deficiências podem ser protetoras.

A visão dos padrões da morte no coletivo permite também o desenvolvimento de uma ecologia humana, que inclui imediatamente as relações sociais na determinação da doença. A doença é um atributo não mais (apenas) de

[5] Ver, por exemplo, Crosby (1993) e Diamond (2007).

indivíduos doentes, mas de uma certa formação social. A percepção de que a morte não é uma ocorrência ao acaso, imprevisível, mas que existem padrões diversos para conjuntos diversos de homens, formas diferentes do adoecer e morrer, é recorrente em autores da 'medicina ocidental' desde os tempos hipocráticos, mas o século XIX certamente aponta para novos elementos nessa discussão (Chadwick,1965; Engels, [1845] 2008).

O século XX mostrará um novo desenvolvimento teórico e metodológico do estudo dessas questões pela incorporação de conhecimentos da biologia, das ciências humanas e sociais, da matemática e da estatística em uma nova disciplina – a epidemiologia.

Passa a ser, então, possível estudar a doença sem doentes. É claro que os episódios de doença ocorrem em sujeitos concretos, os doentes. Mas torna-se possível, com essa visão nova, estudar os determinantes de ocorrência e de distribuição das doenças e os padrões do adoecer sem referência imediata ao doente (Terris, 2005). O século XX testemunha também uma inédita 'uniformização' de critérios diagnósticos e de definição de doenças a partir do estabelecimento de uma Classificação Internacional de Causas de Morte, atualmente Classificação Internacional de Doenças (CID), já em sua 10ª versão e adotada por todos os países-membros da Organização Mundial da Saúde (OMS) (2008). Essa classificação é hoje tão consensual que nos faz esquecer que há menos de cem anos estavam em disputa chaves classificatórias que podiam variar de um autor para outro. E que, assim, o mesmo nome poderia corresponder a doenças diversas (pela chave atual), ou nomes diversos, a uma mesma doença.

LENDO TEXTOS E FAZENDO DIAGNÓSTICOS

Vamos apresentar aqui três exemplos que ilustram algumas questões suscitadas pela utilização de fontes documentais escritas para a discussão da história das doenças. Deixaremos de lado os problemas de leitura resultantes de dificuldade de compreensão por questões 'físicas' do texto – caligrafia dos manuscritos, tipos de impressão, deterioração do material – e também pelos problemas de tradução. Vamos nos ater, portanto, às questões relacionadas com as mudanças da base teórica de definição das doenças e das chaves classificatórias e do contexto social de produção dos documentos.

O primeiro exemplo trata do escorbuto – um nome que permanece. Mas, que relação pode ser estabelecida entre seu significado atual e o de quatrocentos anos atrás? Falamos da mesma doença? No segundo exemplo, não tratamos de mudanças do 'contexto médico', e sim dos eventuais problemas de identificação do significado possível da ausência de 'diagnósticos esperados'. No terceiro exemplo, mostramos o diagnóstico impossível, pelo menos somente com base na leitura dos textos.

Doenças em mutação

Carpenter (1988) escreve a *História do Escorbuto e da Vitamina C*, possivelmente a mais completa revisão sobre o assunto até hoje, com 722 referências citadas no texto. Destas, 298 são livros. O autor introduz seu texto com a afirmativa de que, se excluirmos a fome, o escorbuto é provavelmente a doença por deficiência nutricional que causou mais sofrimento na história. Isso significa destacar o escorbuto em relação à pelagra, ao beribéri e à deficiência de vitamina A, e mesmo ao *kwashiorkor*. Não é pouco. Mesmo atualmente, em populações submetidas a grande restrição alimentar ou em alcoolistas, descreve-se frequentemente a pelagra.

A deficiência de vitamina A é considerada pela OMS importante causa de cegueira no mundo, motivando um programa específico de suplementação desta vitamina. O escorbuto parece ter desaparecido. Carpenter (1988), como

outros autores, situa a proeminência do escorbuto na época das grandes navegações, tema de seu primeiro capítulo. Relata que já era conhecido na época o valor antiescorbútico das laranjas. Menciona o relato do padre Antonio de la Ascención em 1602, diarista de uma expedição exploratória na costa da Califórnia e que registra o acometimento de vários membros da tripulação por uma doença que era a mesma que atacava todos os anos aqueles que velejavam das Filipinas para o México, na altura do cabo Mendocino, e que tem alta letalidade. O primeiro sintoma é dor no corpo todo, tornando-o extremamente sensível ao toque. Alguns não suportam sequer as cobertas.

Em seguida, surgem manchas de cor púrpura especialmente da cintura para baixo, as gengivas incham e os dentes ficam soltos, e em geral morrem subitamente, enquanto conversam.[6] Carpenter (1988) expõe como, ao longo do século XVII, o escorbuto, ou a "peste do mar",[7] se estabelece como uma doença reconhecida em terra, se torna um importante capítulo da nosologia, é classificado em ácido e alcalino, e se torna tão abrangente que Thomas Sydenham (1769) diz que os dois grandes subterfúgios dos médicos ignorantes são a malignidade e o escorbuto que eles responsabilizavam por distúrbios e sintomas que frequentemente eram consequência de seus tratamentos.

Henri van Holsbeek (1860), médico holandês com experiência nas rotas marítimas para a Ásia, escreve, em 1860, um tratado de higiene e medicina naval. A estrutura do livro é interessante, pois, diferentemente da maioria dos compêndios médicos atuais, não entra diretamente na descrição das doenças, e sim descreve, nos três primeiros capítulos, as peculiaridades da vida no mar e sua importância para a saúde. Aponta os riscos diferentes daqueles do trabalho em terra, especialmente o isolamento, a má nutrição, as más acomodações, além do trabalho pesado. Assinala as diferenças do meio, com aumento de umidade e mudanças constantes de temperatura. Descreve os mares e os climas da terra.

No terceiro capítulo, van Holsbeek descreve detalhadamente os navios e assinala os riscos devidos a problemas na sua construção, assinalando que os navios feitos com madeira ainda verde se tornam, para a tripulação, a causa de febres intermitentes graves. Aponta os riscos da carga e das várias partes do navio relacionados com a umidade, o calor, a estagnação do ar e a ausência de luz, devendo-se atribuir à insalubridade a explosão da febre dita dos barcos e de outras doenças frequentemente epidêmicas. Diz que os alimentos são causa frequente de doenças e que é importante conservar a água em tonéis de ferro e não de madeira, pois nestes a água adquire cheiro e sabor detestáveis.

Do escorbuto, o autor diz que no mar agora (em 1860) é raro; que parece ser endêmico em todos os países acima de 60 graus de latitude, nas costas do Báltico, na Islândia e na Groenlândia, e que na Europa de clima temperado já foi epidêmico, mas desapareceu com os avanços da higiene e da civilização. Atribui a ocorrência da doença a umidade, falta de luz, estagnação do ar, má alimentação, tristeza, uso exagerado de carnes secas e salgadas, privação de vegetais frescos, e consumo de carnes podres e água corrompida. E que contribui para o surgimento do escorbuto o uso excessivo de temperos que exigem muito suco gástrico para a digestão. Os vegetais frescos, os sucos de frutas ácidas e as bebidas alcoólicas evitam o escorbuto.

No relato clássico de James Lind (editado por Stewart e Guthrie, 1953) em 1754, verificamos que ele estava de acordo com as teorias, então em voga, que atribuíam a doença à umidade, à dieta, ao ar estagnado, à falta de limpeza e de exercício. Suas recomendações são fundamentalmente de banho antes do embarque, roupas limpas e secas, limpeza dos navios, adequada conservação da água e fornecimento de alimentos frescos (verduras, legumes e frutas). Como os alimentos eram de difícil conservação, ele sugere medidas para concentrar e conservar o suco de laranjas e limões, e o uso de cebolas, que se conservam melhor. Comentando a última versão do tratado, de 1772, Carpenter (1988) mostra

[6] Deve-se ressaltar que atualmente nenhum médico pensaria no diagnóstico de escorbuto com base nesse relato, a não ser como possibilidade remota.

[7] Para discussão sobre esta 'construção' da doença, ver Grmek (1968).

como a experiência clássica de Lind foi planejada de fato para demonstrar que o ácido sulfúrico e o vinagre não tinham ação contra o escorbuto. Os sucos de limão e laranja eram o 'controle positivo', pois Lind não tinha dúvida de suas propriedades antiescorbúticas. No entanto, os controles negativos, mantidos em dieta que de fato não fornecia vitamina C, também se curaram tão rapidamente quanto os que tomavam sucos de frutas.

Carpenter acha que os marinheiros enganaram Lind. Para os casos que encontrou de relatos de cura no mar, esse autor só encontra três possibilidades de explicação: uso não sabido de frutas, mentira, efeito placebo. Em nenhum momento levanta a possibilidade de a doença relatada não ser o que hoje denominamos escorbuto.

Comentamos a seguir, e muito resumidamente, dois relatos clássicos do escorbuto relacionados ao início das navegações transoceânicas no final do século XV e início do século XVI: as viagens de Vasco da Gama no estabelecimento da rota para as Índias e a de circum-navegação de Fernão de Magalhães. À luz dos critérios diagnósticos atuais, tentamos estabelecer os pontos de concordância ou discordância nos relatos dos viajantes e discutir possíveis diagnósticos alternativos. Utilizamos versões dos relatos de viagem que consideramos razoavelmente fidedignas para as finalidades deste trabalho. Não discutiremos aqui a possível falta de correspondência entre termos utilizados na descrição de animais, plantas, ou mesmo sinais e sintomas, e seus significados atuais.

A viagem de Vasco da Gama (Chaunu, 1984; Chandeigne, 1992; Velho, 1998)

Em 8 de julho de 1497 partem de Lisboa quatro navios, um de transporte de víveres. No dia 27 de julho, ancoram em Cabo Verde, onde permanecem por uma semana. De 3 de agosto a 7 de novembro, navegam em direção sul sem aportar. Chegam então à baía de Santa Helena. Lá, fazem escala de oito dias, limpam os navios, reparam as velas, recolhem madeira e fazem contato com os nativos. Em 16 de novembro seguem viagem, dobrando o cabo da Boa Esperança no dia 22. Em 25 de novembro, ancoram na atual Mossel bay por 12 dias. Abastecem-se de água, distribuem os víveres e destroem o quarto navio. Dia 8 de dezembro voltam ao mar e, em 11 de janeiro de 1498, abastecem-se de água em Moçambique. A 24 de janeiro atingem a embocadura do Quelimane:

> E nos estevemos neste rio trinta e dous dias em os quaes tomamos agoa e alimpamos os navios e corregeram ao Rafael o masto, *e aqui nos adoeceram muitos homens que lhe inchavam os pees e as mãos e lhe creciam as gingivas tanto sobre os dentes que os homens nom podiam comer*. (Velho, 1997: 168, grifo nosso)[8]

Continuam costeando até Melinde, onde conseguem um piloto árabe para a travessia do Índico. Dia 24 de abril, deixam Melinde e atravessam o Índico, lançando âncora próximo a Calicute em 20 de maio. Ali permanecem por mais de três meses, indo em seguida a Angediva. Iniciam o retorno a Portugal em 5 de outubro de 1498, chegando a Melinde em 2 de janeiro de 1499. Ali o escorbuto faz novas vítimas.

Partem de Melinde em 11 de janeiro, com dois navios. Ancoram em 3 de março e depois em 25 de abril. O primeiro barco chega a Lisboa no dia 10 de julho de 1499 trazendo a notícia do estabelecimento da rota marítima para as Índias. Vasco da Gama, com o irmão doente, se atrasa e chega a Portugal provavelmente entre 29 de agosto e 9 de setembro.

A viagem de Fernão de Magalhães (Pigafetta, [1524?] 1985)

A viagem de circum-navegação se inicia de maneira festiva, em uma segunda-feira pela manhã, a 10 de agosto de 1519. Partem de Sevilha, para o porto marítimo de Sanlúcar, 237 homens em cinco navios. Em Sanlúcar, a tripulação

[8] É interessante notar que o editor desse diário, Eduardo Bueno, em sua nota 5 p. 143, assume que esse relato é "a primeira menção ao escorbuto na história das navegações dos povos europeus" e que a doença descrita é "resultante da má alimentação a bordo e da carência de vitamina C".

permanece alojada nos navios, descendo à terra todas as manhãs. Desse porto partem no dia 20 de setembro, chegando a Tenerife em 26 de setembro, onde permanecem três dias aportados para reabastecimento de água e carvão. Ficam ainda dois dias em Monterroso, onde pescam tubarões. Em data não conhecida, chegam a um ponto da costa brasileira onde se abastecem com provisões abundantes de galinhas, batatas, abacaxis, cana-de-açúcar, carne de anta, gansos e pescado.

A 13 de dezembro chegam ao Rio de Janeiro, onde descrevem um animal compatível com o mico-leão-dourado. No dia 27 de dezembro, deixam o Rio de Janeiro e costeiam para o sul. Encontram pinguins e os caçam, armazenando abundantes provisões. Em 19 de maio de 1520, aportam para o inverno, construindo uma casa para abrigar uma forja e um armazém para os mantimentos e outras mercadorias. Permanecem ancorados por cinco meses e capturam dois patagões. Em 21 de outubro de 1520, reabastecem os navios de água, lenha e peixes e se preparam para sair para o mar aberto.

Um dos navios retorna à Espanha, levando um patagão que morre na viagem. Na costa brasileira haviam capturado um nativo que levam para a travessia do Pacífico. Em 28 de novembro, entram no Pacífico, onde navegam por três meses e vinte dias sem provar nenhum alimento fresco. Os mantimentos se esgotam, inclusive o pão. Chegam a comer ratos, couro e serragem de madeira. A água era pútrida e fedorenta.

> Atacados por uma enfermidade, com as gengivas inchadas até sobrepassar os dentes, morreram dezenove, inclusive o patagão e o brasileiro. Além dos mortos, 25 a 30 marinheiros tiveram dores nas pernas e braços, porém todos se curaram. (Pigafetta, [1524] 1985: 82)

No dia 6 de março de 1521, aportam na ilha dos Ladrões e, no dia 17, descem à terra em outra ilha. Tratam os doentes com água de coco e polpa, e abastecem os navios com cocos, laranjas, vinho de palmeira e galinhas. Em 22 de março ainda há doentes a bordo. Em 10 de abril é relatada a morte de dois homens, sem especificação da causa. Chegando às Filipinas, abandonam um dos navios e a tripulação se divide nos dois restantes. Já sem Fernão de Magalhães, morto em luta com um chefe local, apenas um navio, o Victoria, inicia o retorno à Espanha, saindo das Molucas a 21 de dezembro de 1521. Em 11 de fevereiro de 1522 passam por Timor, que parece ter sido o último ponto de abastecimento até o Cabo Verde. Não param em Moçambique, apesar de haver só água e arroz no navio e alguns homens doentes. Dobram o cabo da Boa Esperança em 6 de maio de 1522 e continuam contornando a África sem aportar, pois toda a costa é de controle português e temem ser aprisionados. Morrem de fome 22 homens, e há o temor de que todos morram assim. Finalmente, em 9 de julho, chegam a Cabo Verde, onde conseguem arroz. Retornam a Sanlúcar, em 6 de setembro de 1522, apenas 18 homens, em sua maior parte doentes.

Como entender o escorbuto?

A comparação dos relatos das duas viagens mostra diferenças marcantes em relação às circunstâncias de ocorrência do que é denominado 'escorbuto'. Essas duas viagens, dada sua importância política, provavelmente tiveram muitos pontos em comum, importantes para nossa discussão. Os comandantes de ambas eram homens experientes e os marinheiros foram provavelmente selecionados entre os melhores. Os navios foram cuidadosamente preparados, como indica P. Chaunu (1984), que relata que Vasco da Gama embarca o dobro de víveres e água por tripulante do relatado para a primeira viagem de Colombo.[9]

Não encontramos informação a respeito de Fernão de Magalhães, mas certamente os navios deviam estar bem provisionados. Chaunu (1984) refere também a ração diária do embarcado, que tipicamente consistia de: 1,5 a 2 libras de biscoito; 0,5 a 1 libra de carne salgada (boi, porco ou bacalhau) ou queijo; e para bebida e cozinha, 1 litro de água, 3/4 litro de vinho, 1/20 litro de vinagre e 1/40 litro de azeite. A quantidade de víveres (e água) embarcada

[9] Lembremo-nos de que, pelo menos em tese, ninguém sabia que Colombo ia para tão mais perto. Ou sabia?

devia ser suficiente para, no mínimo, quatro meses. A importância política das viagens, além de outras evidências, é ressaltada pelos relatos de regresso.

Para ganhar tempo, Vasco da Gama, com o irmão morrendo, abre mão da chegada, e envia outro navio na sua frente com a notícia a Portugal. O dramático relato de Pigafetta, do retorno do Victoria, se recusando a correr o risco de aportar em território sob domínio português na África, apesar de estarem quase mortos de fome, é por demais eloquente.

No relato da doença denominada escorbuto, no entanto, vemos situações muito diversas. Assim, na viagem de Vasco da Gama, em nenhum momento parece ter havido escassez de alimentos, e em nenhum trecho se passam mais de três meses sem aportamento. Nos períodos mais longos no mar, não são relatados casos de doença a bordo, nem tampouco outras situações de crise. A doença acomete homens até então saudáveis, bem alimentados, e, quando do primeiro episódio, em terra, na embocadura do rio Quelimane, na costa oriental da África.

João de Barros, *apud* Holanda (1992: 263), referindo-se à mesma viagem, diz que o escorbuto começa a atacar à altura da foz do Zambeze, com "herisipolas, e crescer tanto a carne das gengivas, que quase não cabia na boca e apodrecia". O escorbuto na carreira das Índias torna-se um flagelo constante e é descrito por Sassetti, segundo Holanda (1992: 263), em 1585:

> Chegam de Portugal todos os anos 2.500 a 3.000 homens ou rapazes, da gente mais perdida que por lá se acha; desses é jogada ao mar a terça ou quarta parte, por vezes até a metade, a maioria mortos por escorbuto.

E da viagem que fez em 1583, ainda segundo Holanda (1992: 263), Sassetti relata que

> em um só dia adoeceram a bordo 160 pessoas, acrescentando que, nos enfermos, à inchação desmedida das gengivas, que haveriam de ser cortadas para o paciente poder fechar a boca, com o que desprendiam um cheiro insuportável, seguia-se uma inflamação dos joelhos e dos membros inferiores. Por fim sobrevinha fortíssima dor no peito que, embora sem proibir a respiração, punha termo à vida do paciente, que se extinguia como a luz num candeeiro sem óleo.

Nessas descrições, Sassetti ressalta o caráter agudo e extremamente grave da doença desde seu início, e também seu caráter epidêmico. Tais características não são compatíveis com o início insidioso da doença carencial e sugerem outras possíveis causas. Doenças infecciosas como principal causa ou pelo menos como fator desencadeante são altamente prováveis: malária, febre amarela, outras arboviroses, doenças bacterianas. Fica a sugestão clara da relação da doença com áreas da costa oriental africana, parada de Vasco da Gama e depois parada obrigatória da carreira das Índias.

Na viagem de circum-navegação é bem mais fácil aceitar a etiologia carencial, pois a doença só atinge a tripulação após cinco meses de rigoroso inverno antártico e depois de navegarem por três meses e vinte dias sem provar nenhum alimento fresco. São mais de oito meses de alimentação monótona e de fome. O relato da recuperação de vários doentes quando conseguem alimentos frescos reforça essa hipótese.

A contribuição de outros possíveis fatores não pode, porém, ser descartada. Em ambos os casos é possível imaginar uma etiologia tóxica pelo menos como importante contribuição para o quadro descrito. Sendo a água e sua conservação o principal problema enfrentado pelas tripulações, a constituição das barricas que a continham, possíveis fungos e algas tóxicas que nelas se desenvolvessem, e substâncias que fossem adicionadas como conservantes podiam desempenhar papel importante no desenvolvimento de quadros mórbidos.

O escorbuto, principal flagelo dos mares até o século XVIII, atualmente é uma patologia rara, resultante da carência de vitamina C. Mesmo em situações críticas de falta de alimentos como na África subsaariana e no interior do Nordeste brasileiro, quando surgem relatos de pelagra e outros quadros carenciais, o escorbuto é raro. Essa situação pode ser

explicada, se entendermos que a doença carencial nunca se apresenta de forma 'pura' fora dos laboratórios e que os quadros mais comuns são resultado de vários fatores, quer de ordem nutricional, quer de natureza tóxica ou infecciosa. É frequentemente impossível determinar qual o fator mais importante.

Hutchinson (1975) comenta que Lind, quando recomenda medidas de controle ao Almirantado britânico, começa pelo controle da sujeira que propaga infecções, dizendo da necessidade de limpeza dos navios, de fornecer roupa limpa e nova aos marinheiros, de isolar os casos de infecção. Recomenda a destilação da água no alto-mar e, por fim, o consumo de limões. Por outro lado, a classificação da doença com base no 'reconhecimento' de sua natureza carencial, quando da reclassificação geral das doenças infecciosas por agente etiológico e das demais pela base fisiopatológica, dispersou os quadros que compunham a antiga síndrome. O tratamento que hoje é muitas vezes visto como uma premonição em relação à natureza carencial da doença não era específico, e sim relacionado ao tipo de alteração dos humores e da qualidade do sangue que os sinais e sintomas indicavam. Várias outras patologias eram tratadas de forma semelhante (Cullen, 1786; Holsbeek, 1860; Huxham, 1776; Sydenham, 1769).

Atualmente, essa doença é esperada em pessoas ou populações submetidas a deficiências crônicas, principalmente qualitativas, da alimentação. É relatada como ocorrendo entre adeptos de 'modas dietéticas' e idosos que adotam padrão monótono de alimentação com grande ingestão de pães, massas e derivados de leite e praticamente sem legumes, verduras ou frutas (Wilson, 1975). Em ambas as situações, a doença aparece após muitos meses e mesmo mais de ano desse tipo de dieta.

Epidemias não são absolutamente esperadas a não ser quando parte de quadros graves de desnutrição e associados a manifestações de outras patologias carenciais, como parece ter ocorrido no século XIX na Europa durante a "fome da batata" (Braudel, 1992; Dodds,1966). Navios não são lugares onde se esperaria encontrar casos de uma doença carencial específica manifestada na sua 'pureza'.

A partir do século XVI, na rota transatlântica, é registrada a ocorrência do escorbuto entre os escravos embarcados onde se tornou conhecido como "mal de Loanda". O que representam os navios e as viagens marítimas em relação ao risco de uma doença carencial como o escorbuto? A associação mais comum que encontramos foi com o tempo de viagem, o que mostraria o papel decisivo da máquina a vapor no seu desaparecimento. No entanto, consultando relatos de viagem (Boxer, 1969; Miceli, 1994), verificamos que de fato o tempo total de viagem foi encurtado, mas não a permanência no mar. Esta, pelo contrário, nas rotas mercantes e militares, aumentou constantemente.

As naus, caravelas e galeões da rota das Índias, transatlânticas ou transpacíficas, dependiam dos ventos e das correntezas. Por essa razão, tinham forçosamente épocas preferenciais de ir e vir. Com frequência, passavam meses no porto, esperando os carregamentos e ventos favoráveis. Uma viagem para a Índia podia durar seis meses ou mais, mas não se permanecia no mar por mais de quatro meses, e comumente, mesmo na travessia do Pacífico, os navios ficavam no máximo oito semanas sem aportar (Boxer, 1969; Chaunu, 1984).

É interessante a observação de Boxer (1969: 215), citando Diogo do Couto, de que as paradas podiam estar relacionadas à ocorrência de doenças e mortes:

> Havia quase inevitavelmente um elevado número de mortes na viagem em qualquer das direções se o navio da carreira fizesse escala, como acontecia frequentemente, quer voluntariamente quer por quaisquer outras razões, na ilha de Moçambique. Entre 1528 e 1558, mais de 30.000 homens morreram lá, sobretudo por causa da malária e de febres biliosas, depois de terem desembarcado dos navios da carreira que fizeram aí escala durante esse período de trinta anos.

O padre Jerônimo Lobo (*apud* Chandeigne, 1992: 161), em 1621, nos dá uma ideia das condições dos mantimentos de bordo em uma nau da carreira das Índias:

> os mantimentos roins e corruptos porque a carne de porco era tal, que pipas inteiras lansavão ao mar, tanto que as abrião, por estar podre e ardida, affirmando a gente ser a cauza pella salguarem, não estando enxuta, a fim de pezar mais, com o que se perdeo tudo. O vinho na mesma forma era de sorte que as pipas inteiras abrião o torno e corria ao mar pellos embornais por estar danado. Arros vi eu lansado no convés tam podre e mudado que me resolvi ser cal e o crera de todo se me não certeficarão que era arros.

Não deixando de registrar a contribuição da ganância que fazia salgar a carne de modo inadequado "a fim de pezar mais", não podemos deixar de perceber a diferença que fazem o aço e a refrigeração para a comida de bordo. Além disso, as condições iniciais já eram significativamente diferentes. Não se imagina hoje (ainda que possa acontecer) abastecer um navio com água não tratada. As águas que abasteciam normalmente a população de Lisboa nos 1600 não eram propriamente uma garantia de saúde. A descrição de Pigafetta (1985), da água pútrida e fedorenta, se repete em inúmeros relatos, sempre que as circunstâncias não permitem frequente renovação do suprimento.

As condições de higiene a bordo eram ainda mais agravadas pela pouca experiência no mar, comum em muitas tripulações. Citamos Boxer (1969: 209):

> Já em 1505, estavam a ser recrutadas para servirem na carreira tripulações completamente inexperientes, como exemplifica a anedota contada pelo cronista Castanheda acerca dos marinheiros rústicos de João Homem. Esses campónios não sabiam distinguir bombordo e estibordo ao largarem do Tejo, e só o conseguiram quando foi atada uma réstia de cebolas num dos lados do navio e uma réstia de alhos no outro. Agora – disse ele ao piloto – diz-lhes que virem o leme na direção das cebolas ou na dos alhos e eles depressa compreenderão.

Exageros à parte, o autor comenta as inúmeras queixas provocadas pelo embarque de pessoas não afeitas aos trabalhos do mar. Além das condições gerais de higiene e de conservação de água e alimentos, a aglomeração de homens jovens vindos de lugares e experiências de vida os mais diversos criava, sem dúvida, condições para a ocorrência de surtos de doenças infecciosas. É até surpreendente que os relatos não sejam mais dramáticos e frequentes, que haja viagens que tenham cursado sem graves doenças a bordo e que a letalidade aparentemente não tenha ultrapassado, em média, os 50%, entre 1500 e 1700, na carreira das Índias.

De qualquer forma, não parece aconselhável avaliar a situação de bordo desvinculada de suas evidentes relações com as situações em terra. O tempo de viagem, sem dúvida, pode aumentar riscos inerentes a estar a bordo. Mas pode também simplesmente aumentar a probabilidade de manifestação a bordo de fenômenos que não estão diretamente relacionados com a travessia, pelo aumento do tempo de observação.

Quando destacamos o período da viagem dos períodos anteriores e posteriores, introduzimos importante viés, que é a consideração implícita de que quem morreu a bordo não teria morrido se lá não estivesse e que todas as mortes a bordo têm uma relação de causa e efeito com esta situação. Não vamos continuar aqui esta discussão, mas inúmeros trabalhos recentes sobre o tráfico transatlântico têm apontado novos elementos para o tratamento deste tema.[10] Os navios dos descobrimentos são os portadores dessas experiências diversas e, utilizando o conceito de Grmek (1983), diríamos que são exemplos notáveis de patocenoses em mudança.

Assim, diríamos que, muito provavelmente, o escorbuto nas naus de Vasco da Gama, e depois, da carreira das Índias, merece ser revisitado à luz dos muitos diagnósticos diferenciais mais prováveis. Já o relato da travessia do Pacífico contém elementos que tornam muito mais provável que o escorbuto de então fosse o mesmo de hoje.

[10] Ver, por exemplo, Florentino (1995), Alencastro (2000) e Soares (2007).

Doenças ocultas

Silva, Carvalho e Souza (2006) relatam um interessante perfil nosológico dos operários de uma fábrica de tecidos em Cataguases, Zona da Mata de Minas Gerais, em meados do século XX. Aqui, nossos problemas para a identificação das doenças já não se relacionam às teorias sobre as doenças ou à 'confiabilidade' dos registros. As fontes primárias utilizadas são todas "oficiais": os Livros de Óbitos da Prefeitura Municipal de Cataguases, n^{os} 5 e 6. (Arquivo Público Municipal) e o Livro da Caixa Beneficente da Indústria Irmãos Peixoto, nº 3, ano de 1941, contendo o registro dos atendimentos médicos dos operários e seus familiares realizados pelo médico da fábrica. O ano é 1941; portanto, as doenças já não são atribuídas aos miasmas, e sim a infecções por microrganismos e parasitas ou a distúrbios fisiopatológicos de várias origens. Mas nos defrontamos aqui com pelo menos duas questões relevantes: a ausência de uniformidade da chave classificatória das doenças e o contexto de produção dos diagnósticos. Não vamos abordar aqui problemas relativos ao registro de óbitos ou a questões demográficas. Discutiremos 'a busca pela tuberculose'.

A tuberculose, doença que afetava toda a população, sendo uma das principais causas de morte principalmente de adultos jovens não só em Cataguases como em todas as grandes áreas urbanas do país (Nascimento, 2005), é diagnosticada em apenas um operário da empresa naquele ano de 1941. Esse 'silêncio nosológico' levou à procura da doença e do contexto de seu registro, como resumido a seguir (Silva, Carvalho & Souza, 2006).

A indústria Irmãos Peixoto registra no relatório do exercício de 1941 a fabricação anual de 6.080.585 metros de tecidos, com uma produção diária (16 horas) de 21.483 metros e 6,03 metros por tear-hora, máquinas em perfeito estado de conservação e uma média durante o ano de 470 empregados, incluindo pessoal de escritório, pedreiros e carpinteiros. Registra despesas com a caixa beneficente dos operários, com o IAPI (Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Industriários), com indenizações, com seguros contra acidentes e uma banda de música.[11]

Para discutir a saúde dos operários, foram analisados dados relativos às consultas realizadas pelo médico da Indústria no período de 2 de janeiro a 31 de dezembro de 1941, registradas no livro de número três da Caixa Beneficente. Foi o único livro encontrado, e apresenta registros de data, nome do operário ou familiar, setor de trabalho, sinais e sintomas, diagnóstico e tratamento.

De 536 atendimentos pelo médico da empresa, 435 foram de operários. Desses, foram encontradas e analisadas 271 fichas de registro na fábrica (62,3%), de 81 homens e 190 mulheres, contendo outras informações como nacionalidade, cor e estado civil. Essas informações são aqui suprimidas por não serem essenciais à nossa discussão.

Oitenta e seis por cento desses operários tinham entre 15 e 39 anos no ano de 1941. De acordo com o registro no livro, os operários da Indústria Irmãos Peixoto tinham acesso contínuo ao atendimento de saúde, uma vez que o médico da empresa estava permanentemente disponível e realizava o tratamento das doenças dos operários e seus familiares, além de desempenhar o papel de 'médico do trabalho' no que diz respeito às licenças e à identificação dos acidentes de trabalho.

Dos 435 operários atendidos pelo médico da empresa, 238 foram mulheres (54,7%) e 197, homens (45,3%). Com base na descrição dos sinais e sintomas, foi feita uma classificação dos diagnósticos de acordo com os capítulos da CID X (OMS, 1989). Foram registrados 1.466 diagnósticos, sendo 463 classificáveis como de doenças do aparelho respiratório; 401 de doenças do aparelho digestivo; causas mal definidas[12] ocupam o terceiro lugar, com 308 anotações;

[11] *Jornal Cataguases*, órgão oficial do município, 28 jan. 1942; encarte.

[12] Na CID 10, esse capítulo é denominado "Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório não classificados em outra parte", anteriormente "causas mal-definidas", denominação aqui adotada.

em seguida, doenças do aparelho geniturinário com 96 anotações; doenças infecciosas e parasitárias, com 88; doenças do sangue, com 59; doenças da pele e do tecido subcutâneo, com 34; 14 atendimentos devidos a causas externas e três classificáveis como doenças do sistema osteomuscular. Como já foi dito, há apenas um registro de 'tuberculose'.[13]

Durante o ano foram anotados no livro 34 exames de saúde de admissão na fábrica, cinco para receber alta e oito para licença de saúde. Quatro admissões foram negadas pelo médico. Duas por "anemia" (*sic*), outra por doença da pele e uma sem especificação. Dentre os registros das doenças que acometiam as trabalhadoras da empresa, foram encontrados trinta casos de amenorreia, provavelmente gravidez. Das licenças emitidas, uma, de dois meses, foi para uma trabalhadora do setor da tecelagem, diagnosticada com anemia e gravidez.

Como fonte para a discussão da situação de saúde da população geral de Cataguases, utilizou-se o registro de óbitos entre 1940 e 1944, já que não há, para o período, registro regular de morbidade. Para traçar o perfil da mortalidade nos anos de 1940 a 1944, foi utilizado o Livro de Óbitos nº 5 da Prefeitura de Cataguases, que contém o apontamento oficial do óbito, transcrito da declaração preenchida por um médico, e que indica a causa básica da morte, feito para fornecimento da certidão de óbito.[14] A causa básica foi codificada aplicando-se as regras estabelecidas pela CID, 10ª revisão, sendo que alguns registros eram ilegíveis.

Foram registrados, nos cinco anos, 1.439 óbitos ocorridos na cidade de Cataguases e seus distritos. Os óbitos masculinos perfazem 59% e os femininos, 47,5%. Quanto à nacionalidade, foram registrados 1.418 óbitos de brasileiros, perfazendo 98,5% de todos os registros. As anotações de cor remetem a um número maior de registros de indivíduos de cor branca, 710 (49,3%), seguida da cor parda com 373 registros (25,9%) e negra com 348 (24,2%). Oito apontamentos não tiveram anotação de cor.

A variação anual do número de óbitos era muito pequena, com média de 287 óbitos por ano no período. Portanto, nesse período de cinco anos, não se encontraram evidências de situações epidêmicas, pelo menos de doenças de alta letalidade. Com base nos registros de óbitos por faixa de idade para o período de 1940–1944, foram calculados os pontos do indicador de Nelson de Moraes para a mortalidade proporcional:[15] menores de 1 ano, 23,6%; 1-4 anos, 14,3%; 5-19 anos, 8,2%; 20-49 anos, 19,7% e acima de 50 anos, 34,2%. Em comparação com as curvas do Brasil para o ano de 1990 (Datasus 2009), os autores observam discrepância importante em todas as faixas, exceto na de 20 a 49 anos.[16]

Predominam, no período estudado, os óbitos por causas mal definidas, com 338 registros, 23,5% das mortes ocorridas no período, seguidos por doenças infecciosas e parasitárias com 333 (23,1%), pelas doenças do aparelho circulatório com 223 (15,5%), do aparelho respiratório com 174 registros e doenças do aparelho digestivo, com 104. As demais causas respondem por menos de 5% dos óbitos. Por faixa etária e para ambos os sexos, predominam em menores de 1 ano as causas mal definidas, seguidas das doenças infecciosas e das doenças do aparelho respiratório. Na faixa etária seguinte (1 a 4 anos), destacam-se as doenças infecciosas, seguidas das causas mal definidas e das doenças do aparelho respiratório.

[13] No caso, registrado como tal. Também seriam classificados como tal pelos autores, 'tísica' ou outras denominações que consideramos como provavelmente tuberculose pulmonar.

[14] O livro de óbitos da Prefeitura de Cataguases nº 5 continha dados sobre nome, sexo, cor, naturalidade, idade, estado jurídico, filiação, causa morte e data do óbito.

[15] Para esse indicador ver, por exemplo, Medronho *et al.* (2002).

[16] Menores de 1 ano, 11,86%; 1-4 anos 2,20%; 5-19 anos 3,79%; 20-49 anos 20,91% e acima de 50 anos, 61,25%.

Dos 5 aos 19 anos continuam a predominar as doenças infecciosas e parasitárias; em segundo lugar as doenças do aparelho respiratório e em terceiro as causas mal definidas. Dos 20 aos 49 anos, prevalecem as doenças infecciosas e parasitárias, seguidas das causas mal definidas, sendo que as doenças do aparelho respiratório aparecem em terceiro lugar. Dos 30 a 39 anos, para o sexo feminino predominam as causas relacionadas a gravidez, parto e puerpério. A partir dessa faixa as doenças do aparelho circulatório assumem o primeiro lugar como causas de morte, mas as doenças infecciosas e parasitárias ainda ocupam o segundo lugar.

Quando olhamos a estrutura da mortalidade proporcional por causas, vemos uma diferença muito importante entre 1940 e 1990: a proporção pode ser semelhante, mas nas duas últimas décadas do século XX são as chamadas "causas externas", basicamente homicídios e acidentes de trânsito, que assumem o papel de grande responsável pela morte dos adultos jovens (Datasus 2009).[17]

A significativa presença das doenças do aparelho respiratório, ainda que o diagnóstico explícito de tuberculose pulmonar seja pouco frequente no obituário e nos registros da indústria, leva os autores a discutir esse diagnóstico e as possíveis razões da sua ausência nos documentos. A tuberculose, no período estudado, era uma das principais causas de óbito no país, atingindo de forma importante os adultos jovens (Nascimento, 2005). Esse é o período imediatamente anterior à introdução ampla dos antibióticos e quimioterápicos (estreptomicina, isoniazida e PAS) desenvolvidos nas décadas de 1940 e 1950, que revolucionaram o tratamento da doença. A *Gazeta de Leopoldina* noticiava que a doença estava aumentando na cidade e em municípios vizinhos, atingindo de preferência a classe operária. Foi realizada na região uma campanha de vacinação com o BCG, em crianças recém-nascidas e em pessoas que não portavam o bacilo.[18] De acordo com o periódico, as dificuldades da guerra dificultaram a alimentação e "são 'celeiros dos bacilos', os pobres, os que fazem regimes, os que não são bem alimentados na infância, e os que fazem exercícios físicos de modo inadequado".[19] Dentre os registros de óbitos da população cataguasense, nos cinco anos analisados, foram encontrados 92 registros de tuberculose, o que perfaz cerca de 6% no total de óbitos, 63,3% dos quais na faixa de 20 a 49 anos. Para dar uma ideia do que isso representa, o mesmo percentual (6%) significaria hoje aproximadamente seis vezes o número de óbitos por tuberculose registrados em 2001 para o estado do Rio de Janeiro, que tem atualmente uma das maiores taxas incidência da doença no país.

Os casos foram registrados em indivíduos de 0 a 71 anos, mostrando que a enfermidade afetava a toda a população, ainda que o maior número de casos fosse registrado nos adultos jovens. A média de idade, obtida a partir da idade anotada no registro de óbitos por tuberculose, era de 32 anos para homens e de 33 para as mulheres.

Como destacam Antunes, Waldman e Moraes (2000: 376), "a estrutura etária desses óbitos acompanhou os padrões observados nos países de alta prevalência, com coeficientes mais elevados para os menores de 5 anos de idade, entre 20 e 49 anos e 60 anos ou mais, com predomínio do grupo de 20 a 49 anos". Os registros apresentam maior número da forma pulmonar, com 77 casos, perfazendo 83% do total, seguida dos óbitos sem especificação; sete casos de tuberculose intestinal, e tuberculose óssea, da laringe e renal, com apenas 1 caso cada.

Nos registros da empresa, o único operário diagnosticado com tuberculose pulmonar trabalhava na seção da oficina. Antes do diagnóstico de tuberculose, ele estava sendo tratado com diagnóstico de gripe e bronquite. Fora admitido em 1940 com apenas 14 anos, e aos 15 anos se encontrava em tratamento de tuberculose. A rescisão de seu

[17] Para a discussão da 'transição epidemiológica', ver Medronho *et al*. (2002).

[18] *Gazeta de Leopoldina*, 19 out. 1941, n. 52, p. 1, editorial.

[19] *Gazeta de Leopoldina*, 30 nov. 1941, n. 63, p. 1, editorial.

contrato é de 1944, e não há registro da razão de saída. Esse operário não retorna à empresa, nem encontramos seu nome nos registros de óbitos de 1944. No período, houve apenas um registro de exame de escarro na empresa, para um funcionário do setor da sala de pano, com resultado negativo. A ausência de registro de tuberculose pelo médico da fábrica talvez possa ser atribuída a uma subnotificação deliberada, visto que, caso diagnosticada a doença, o operário se veria obrigado a se ausentar da empresa e, consequentemente, teria seus rendimentos cortados, além de correr o risco de não ser readmitido. Essa doença também se constitui em importante fator de discriminação social, o que pode ser outra explicação para a ausência do diagnóstico nos assentamentos da fábrica, apesar do grande número de diagnósticos de patologias respiratórias. A tuberculose é, evidentemente, um possível fator de confusão na discussão dos determinantes dessas patologias e nos obriga a relativizar sua atribuição às situações de trabalho. Essa doença, que afetava a toda a população, atingiu apenas um operário da empresa, de acordo com os registros, porém não é possível excluir a sua presença 'disfarçada' nos muitos sinais e sintomas respiratórios presentes.

Doenças impossíveis

Nosso último exemplo se volta para as doenças não diagnosticáveis pela análise do texto. O que não quer dizer que outros estudos, os da paleopatologia, por exemplo, não possam trazer elementos para a discussão do diagnóstico. Mas, algumas vezes, as doenças estão nos textos muito mais como 'entidades simbólicas' do que como 'entidades nosológicas'. Quando o nome da doença atravessa o tempo e o espaço dos paradigmas classificatórios e o conjunto de sinais e sintomas descritos não inclui elementos que possam ser vistos hoje como patognomônicos de alguma doença atualmente reconhecível, podemos não ter elementos que permitam uma discussão proveitosa do diagnóstico atual. Talvez a mais representativa dessas 'entidades nosológicas' no Ocidente seja a lepra.

Maria Carlota Rosa (2005a)[20] discute a lepra como apresentada em uma obra medieval de ficção: *Estoria do muy Nobre Vespesiano Emperador de Roma*. Resumimos, a seguir, seu trabalho, com comentários e incorporando as notas e bibliografia para os trechos resumidos. Segundo a autora, esse é um romance anônimo que teve grande circulação pela Europa entre os séculos XIV e XV. Misturando ficção e realidade, a trama desenrola-se como consequência da busca de cura para a doença de Vespasiano.

A versão portuguesa da *Estoria do muy Nobre Vespesiano Emperador de Roma* existe em um exemplar único, incompleto, pertencente à Biblioteca Nacional de Portugal (Inc. 571), impresso em Lisboa, em 1496. O texto conta como Vespasiano, corroído pela lepra, ouve falar de Jesus e de sua Paixão e é curado ao lhe ser imposto o pano de linho que Verônica dera a Cristo para que enxugasse o rosto, aos pés da cruz. Em agradecimento à dádiva alcançada, Vespasiano cumpre as promessas que fizera: destrói Jerusalém para vingar a morte do Senhor e se faz batizar a si, a todo o seu povo e a seus cavaleiros.

A tradição popular parece ter tido afeição particular por imperadores ímpios acometidos pela lepra, que teriam obtido a cura pelo batismo. É o caso, por exemplo, de Constantino I (306-337). Acometido pelo mal depois de derrotar Maxêncio, teria recusado o tratamento prescrito por seus médicos, que, à imitação dos egípcios, lhe recomendaram banhos de sangue de meninos (Bluteau, 1712-1721). Batizado pelo papa, Constantino ficaria milagrosamente são.[21]

[20] Agradecemos à autora e aos editores dos *Cadernos de Saúde Coletiva* a permissão para utilização do texto. Eventuais inadequações do resumo são de nossa inteira responsabilidade.

[21] Constantino foi batizado em 337 não por um papa, mas por um bispo de tendência ariana, e morreria pouco depois (Di Berardino, 2002).

Toda a ação se origina na busca de saúde pelo imperador. Embora o nome 'lepra' não apareça no texto, Vespasiano era um leproso. O Vespasiano do texto é um homem com o rosto severamente mutilado, conforme relata seu mensageiro (fol. a6 r-v):

> vos deuees de saber que meu senhor o emperador tem hua doença forte & fea em seu rostro & nom se podem achar fisicos nem çelorgiãos no mundo que o possam dar saão porque aquella doença todos os dias creçe tanto que o tem gastado & comesta a façe de maneyra que nenhuu homem nom ho pode veer os dentes & as queixadas.

O Ocidente conhecia de há muito a lepra, e seu sintoma mais evidente no imaginário das comunidades – e mais apavorante – era justamente a mutilação, a desfiguração. No mundo cristão medieval, que produz o *Vespasiano*, os doentes de lepra foram considerados assistentes do demônio e deveriam usar um sino ao pescoço para anunciar sua aproximação, para que os sãos pudessem se recolher (Margotta, 1998).

Contra a lepra de nada valia o poderio do maior império na Terra, nem a melhor ciência que alguém, com tanto poder terreno, teria a seu dispor, pois que o mal era incurável. Sem a medicina, a esperança de cura para Vespasiano surge da notícia de uma mulher que tinha vivido em isolamento voluntário em razão de seu horrível mal, tornada sã pela fé em Cristo, materializada no pano de linho que ela Lhe estendera para que limpasse o rosto aos pés da cruz. Somente com uma relíquia que houvesse tocado Cristo (fol. a4v), como o pano de linho de Verônica, com a fé e com o batismo Vespasiano poderia ser são: "e se todas estas cousas vos nom fezerdes nom podees seer saão de vosa enfermidade & de vossa doença em nenhuũ tempo" (fol. b2).

Tocar uma relíquia de Cristo purificava o indivíduo. O sacramento do batismo, por sua vez, era um meio de salvação da morte física e espiritual, em que o batizando rompia com o pecado e dava início a uma nova vida. No *Vespasiano*, a salvação é estendida a todo o povo, que é purificado pela água do batismo e curado de toda e qualquer doença:

> e quando o pouoo o ouuio meterom se naquella augoa sagrada cada huũ o mais que podia & sayo se bautizado. & adorarom huũ soo deus jhesu christo E nosso senhor fez alli huũ grande millagre naquella hora quantos se fezerom christaãos forom marauilhados. que qualquer enfermidade ou doença que teuesse antes do bautismo. logo tanto que forom bautizados se acharom limpos & saãos de doença bem assi como se em alguũ tempo nunca forom doentes. (fol. f)

O *Vespasiano* espelha a visão da doença como consequência do pecado. Para a vida dissoluta de um pagão, uma doença incurável e terrível era castigo merecido. O restabelecimento da saúde derivaria de o indivíduo perseverar na fé e nas práticas cristãs, tendo pouca relação com o recurso a mezinhas ou ao saber de qualquer médico, que tinha a seu alcance apenas minorar o sofrimento corporal decorrente de comportamento condenável, mas não a verdadeira cura. Ter a seu alcance uma das relíquias sagradas ou a água do batismo permitia ao indivíduo dar início a uma nova vida, livrando-se da morte do espírito e do corpo.

Nesse, como em muitos outros textos, o que está sendo descrito não é primariamente uma doença, e ainda que possamos ter descrições mais detalhadas de sinais e sintomas, a possível identificação do diagnóstico provavelmente nada tem a acrescentar ao entendimento do contexto.[22] O poder curativo de relíquias ou do toque real (Bloch, 1993) é absoluto, não carece de classificação nosológica.

[22] Para outras discussões de textos medievais, remetemos o leitor a Rosa *et al.* (2005b).

CONCLUSÃO

Os três exemplos aqui discutidos representam apenas um mínimo recorte das muitas questões que podem ser levantadas em relação à leitura de textos na construção de uma história das doenças. Muito ficou por ser dito. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de construção de discursos interdisciplinares. A complexidade das questões abordadas torna quase impossível o desenvolvimento de uma discussão competente sem um diálogo plural. Por outro lado, devemos enfrentar o desafio de, em função de cada objeto e objetivo, estabelecer os termos desse diálogo para que o resultado seja um discurso coerente que abra novas questões, e não se pareça apenas com uma colcha de retalhos. Não é uma tarefa simples. Esperamos que os pontos abordados e, especialmente, os exemplos selecionados, tenham despertado no leitor a curiosidade por este campo em construção e a vontade de caminhar por ele.

REFERÊNCIAS

ALENCASTRO, L. F. *O Trato dos Viventes.* São Paulo: Cia das Letras, 2000.

ANTUNES, J. L. F.; WALDMAN, E. A. & MORAES, M. A. Tuberculose através do século: ícones canônicos e signos do combate à enfermidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, 5: 367-379, 2000.

BLOCH, M. *Os Reis Taumaturgos*. São Paulo: Cia das Letras, 1993.

BLUTEAU, R. *Vocabulario Portuguez, e Latino: autorizado com exemplos dos melhores escritores Portuguezes, e Latinos*. Coimbra: Collegio das Artes da Companhia de Jesus, 1712-1721. 9t.

BOXER, C. R. *O Império Colonial Português (1415-1825)*. Lisboa: Edições 70, 1969.

BRAUDEL, F. *Reflexões sobre a História.* São Paulo: Martins Fontes, 1992.

BROUSSAIS, F. J. V. *De l'Irritation et de la Folie*. Paris: Mlle Delaunay, 1828.

CANGUILHEM, G. *O Normal e o Patológico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990.

CANNON, W.B. *The Wisdom of the Body*. 2. ed. New York: W.W. Norton Co., 1939.

CARPENTER, K. J. *The History of Scurvy & Vitamin C*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

CHADWICK, E. *Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1842. Reimpressão, 1965.

CHANDEIGNE, M. *Lisboa Ultramarina 1415-1580: a invenção do mundo pelos navegadores portugueses*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1992.

CHAUNU, P. *Conquista e Exploração de Novos Mundos, Séc. XVI*. São Paulo: Pioneira, Edusp, 1984.

COIMBRA JR., C. E. A. *et al*. *The Xavánte in Transition: health, ecology and bioanthropology in Central Brazil*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2002.

CROSBY, A. W. *Imperialismo Ecológico, a Expansão Biológica da Europa 900–1900*. São Paulo: Cia das Letras, 1993.

CULLEN, W. *First Lines of the Practice of Physic*. Edimburgo: Elliot, C. & Cadell, T., 1786.

DATASUS 2009. Disponível em: CENEPI/FNS, <www.inep.gov.br/download/enc/1999/gabaritos/medicina.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2009.

DI BERARDINO, A. (Org.). *Dicionário Patrístico e de Antiguidades Cristãs* [1983]. Trad. Cristina Andrade. Petrópolis: Vozes, 2002.

DIAMOND, J. *Armas, Germes e Aço: os destinos das sociedades humanas.* Rio de Janeiro: Record, 2007.

DODDS, K. The evolution of the cultivated potato. *Endeavour*, 25: 83-88, 1966.

ENGELS, F. *A Situação da Classe Trabalhadora na Inglaterra* [1845]. Lisboa: Presença, 2008.

FLORENTINO, M. G. *Em Costas Negras: uma história do tráfico atlântico de escravos entre a África e o Rio de Janeiro (séculos XVIII e XIX)*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 1995.

FOLLÉR, M. A. & HANSSON, L. O. *Human Ecology and Health: adaptation to a changing world*. Göteborg University, 1996.

GAZETA de Leopoldina n. 52, 19 out. 1941, p. 1, editorial.

GAZETA de Leopoldina n. 63, 30 nov. 1941, p. 1, editorial.

GINSBURG, C. *Mitos, Emblemas e Sinais: morfologia e história*. São Paulo: Cia das Letras, 1989.

GRMEK, M. D. Les origines d'une maladie d'autrefois: le scorbut des marins. *Bulletin du Institute de Océanographie Monaco*, n. spécial 2: 505-523, 1968.

GRMEK, M. D. *Les Maladies à l'Aube de la Civilisation Occidentale*. Paris: Payot, 1983.

GRMEK, M. D. *Histoire du Sida*. Paris: Payot, 1989.

HOLANDA, S. B. *Visão do Paraíso*. Rio de Janeiro: Brasiliense, 1992.

HOLSBEEK, H. *Précis d'Hygiène et de Médecine Navales a l'Usage des Gens de Mer*. Bruxelles: Auguste Schnée, 1860.

HUTCHINSON, A. Salud de los marinos. 1 - Antecedentes históricos y situación actual. *Cronica de la OMS*, 29: 418-431, 1975.

HUXHAM, J. *Essai sur les Differentes Espèces de Fièvres, avec un Appendice Contenant une Méthode pour Guérir les Mariniers des Maladies dans les Voyages de Long Cours*. Paris: Chez D`Houry, 1776.

JORNAL CATAGUASES, órgão oficial do município, 28 jan. 1942; encarte.

MARGOTTA, R. *História Ilustrada da Medicina* [1967]. Trad. Marcos Leal. São Paulo: Manole, 1998.

MEDRONHO, R. A. *et al*. *Epidemiologia*. Rio de Janeiro: Atheneu, 2002.

MICELI, P. *O Ponto onde Estamos*. São Paulo: Scritta, 1994.

NASCIMENTO, D. R. Imagens do Mal: a representação da tuberculose no início do século XX. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 13: 493-510, 2005.

NASCIMENTO, D. R. & SILVEIRA, J. T. A doença revelando a história: uma historiografia das doenças. *In*: NASCIMENTO, D. R. & CARVALHO, D. M. (Orgs.). *Uma História Brasileira das Doenças*. Brasília: Paralelo 15, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Classificação Internacional de Doenças e Causas de Óbito (CID)*. 10. rev. Genebra: OMS, 1989.

PAVLOVSKY, Y. N. *Natural Nidality of Transmissible Diseases*. Moscow: Peace Publishers, s.d.

PIGAFETTA, A. *A Primeira Viagem ao Redor do Mundo: o diário da expedição de Fernão de Magalhães*. Porto Alegre: L&PM, 1985.

ROSA, M. C. *et al*. A lepra numa obra medieval de ficção: a história do mui nobre vespasiano imperador de Roma. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 13: 459-470, 2005a.

ROSA, M. C. *et al*. Pestilências e curas da medicina quinhentista: em torno de dois textos médicos antigos. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 12: 771-774, 2005b.

ROSENBERG, C. E. *Explaining Epidemics and other Studies in the History of Medicine*. New York: Cambridge University Press, 1992.

ROTSCHILD, H. R. (Eds.). *Biocultural Aspects of Disease*. New York: Academic Press, 1981.

ROUSSEAU, G. S. *et al*. (Eds.). *Framing and Imagining Disease in Cultural History*. London: Palgrave MacMillan, 2003.

SANTOS, M. *A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996.

SELYE, H. *The Stress of Life*. New York: McGraw-Hill, 1956.

SILVA, L. N.; CARVALHO, D. M. & SOUZA, J. L. P. A saúde do operário têxtil em Cataguases, Zona da Mata Mineira, 1941. *In*: NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, D. M. & MARQUES, R. (Orgs.). *Uma História Brasileira das Doenças*. Rio de Janeiro: Mauad, 2006. v. 2.

SOARES, M. C. *Rotas Atlânticas da Diáspora Africana*. Niterói: Eduff, 2007.

STANLEY, N. F. & JOSKE, R. A. *Changing Disease Patterns and Human Behaviour.* London: Academic Press, 1980.

STEWART, C. P. & GUTHRIE, D. (Eds.). *Lind's Treatise on Scurvy*. Edimburgo: University Press, 1953.

SYDENHAM, T. *The Entire Works*. London: F. Newbery, 1769.

TERRIS, M. As relações dinâmicas da epidemiologia com a sociedade: a Conferência Robert Cruikshank. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 13: 545-566, 2005.

WILSON, L. G. The clinical definition of scurvy and the discovery of vitamin C. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 30: 40-60, 1975.

VELHO, A. *O Descobrimento das Índias: o diário da viagem de Vasco da Gama* [1499]. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.

28

Do Método em Paleoepidemiologia e as Perspectivas da Paleoparasitologia

Francisco Inácio Bastos • Daniela Leles • Adauto Araújo

A paleoepidemiologia tem em comum com outras ciências que investigam fenômenos ocorridos em tempos dilatados, como a biologia evolutiva, o recurso à reconstituição histórica e à elaboração de cenários retrospectivos plausíveis. A paleoepidemiologia não poderá ser jamais uma ciência lastreada exclusivamente em experimentos controlados, como a física ou a química experimentais, embora lance mão, com cada vez maior frequência, de avanços recentes de outros ramos, como a biologia molecular.

Como assinala Mayr (2004), a interação entre reconstituição histórica, raciocínio dedutivo e exploração exaustiva de achados empíricos torna a biologia uma "ciência única", expressão que serve de título ao seu último livro, situada na interseção entre as ciências naturais e a história, especialmente em alguns dos seus ramos, como a biologia evolutiva ou a ecologia de caráter diacrônico. Esta última disciplina estuda, por exemplo, o fenômeno central da sucessão de ecossistemas, analisado por autores como Wilson (1999), em relação ao desastre e recomposição de ecossistemas, como o que afetou a ilha de Cracatoa, localizada entre Sumatra e Java, após violenta erupção vulcânica.

Esses ramos da biologia têm em comum com a ciência irmã da paleontologia e com a astronomia o fato de lidarem com fenômenos que resultam da ação de forças naturais ao longo de milhares e mesmo milhões de anos – no caso da astronomia, com tempos que dizem respeito à própria origem do universo (Sagan, 2006).

A epidemiologia moderna apenas recentemente passou a lidar com a análise de fenômenos que têm lugar em tempos mais longos, seja na sua vertente da epidemiologia das doenças infecciosas – ao se ver forçada a lidar com as histórias naturais dilatadas no tempo de infecções crônicas, como a Aids ou a hepatite C –, seja na vertente das doenças não transmissíveis, por meio dos modernos estudos sobre trajetórias de vida e incidência de condições mórbidas, como diabetes *mellitus* e algumas cardiopatias (Morabia, 2004). Ainda assim, os tempos longos da epidemiologia moderna, ainda que referentes à epidemiologia genética contemporânea (Khouri, Little & Burke, 2004), se referem ao tempo transcorrido na vida de uma ou algumas poucas coortes etárias.

Muito recentemente, com o notável avanço das técnicas de biologia molecular, começam a emergir estudos que traçam a trajetória, ao longo de muitas gerações, de determinados marcadores genéticos, combinando a análise de

dados provenientes de tecidos vivos e oriundos da recomposição de material genético de antepassados já falecidos (Khouri, Little & Burke, 2004). Tais estudos – por exemplo, no campo do estudo da origem genética da Coreia de Huntington – constituem antes a exceção de um campo de estudos marcadamente observacional e, frequentemente, prospectivo, em termos da natureza e da cronologia dos fenômenos estudados.

Os desenhos paradigmáticos da epidemiologia moderna — as coortes prospectivas e o ensaio clínico randomizado — objetivam minimizar os vícios inferenciais referentes aos procedimentos amostrais e de estimação do risco por meio de desenhos que permitem seguir os indivíduos no tempo, coletando e sistematizando os achados a eles referentes colhidos no transcurso dos períodos de observação. A epidemiologia moderna compreende igualmente estudos em que se colhem e sistematizam informações referentes ao passado, mas, como dito anteriormente, tais desenhos estão habitualmente limitados ao tempo cronológico de uma única coorte geracional e, mais raramente, de umas poucas gerações.

A despeito de lidarem com tempos históricos bastante curtos, se comparados aos da paleoepidemiologia, os estudos retrospectivos são consensualmente considerados como desenhos mais frágeis do que os desenhos prospectivos e mais sujeitos a vícios de natureza diversa, como aqueles decorrentes da recordação diferencial de eventos passados e da correta atribuição da exposição a parasitos com alta carga de patogenicidade/substâncias nocivas/fontes de poluição efetivamente ocorrida (ver verbetes relativos aos diferentes vícios/vieses no campo da epidemiologia em Last, 1995).

Portanto, a paleoepidemiologia nasce sob o signo do desafio e da complexidade, ao abordar fenômenos observáveis *a posteriori*, fortemente determinados por circunstâncias históricas únicas, não passíveis de reconstituição exaustiva, e que, na verdade, estão submetidos ao desgaste imposto a quaisquer compostos e seres pelo mesmo transcorrer do tempo histórico que os plasmou, como no caso da formação de quaisquer fósseis.

Um dos mais argutos biólogos contemporâneos, o fisiologista e ecologista Jared Diamond, que transita tanto pela biologia experimental como pela análise de fenômenos de longo curso histórico, assinala, com propriedade, a necessidade de se utilizar com cautela procedimentos inferenciais estatísticos quando nos deparamos com observações esparsas, sujeitas à influência de diferentes variáveis intervenientes (habitualmente, conhecidas apenas em parte). Tais dificuldades metodológicas se apresentam tanto no âmbito da sua determinação propriamente dita (cadeias de determinação causal) como na transformação, ao longo do tempo, do seu estado, desde a ocorrência original até o registro do evento por parte do observador contemporâneo. Por isso, no livro em que trata precisamente do colapso das antigas civilizações, Diamond recomenda o uso judicioso de uma combinação de análise empírica, descritiva e/ou de caráter estatístico, e procedimentos oriundos da órbita dos estudos históricos e antropológicos, com a (re)constituição de cenários plausíveis mediante a análise das evidências empíricas e da formulação de hipóteses (Diamond, 2005).

ALGUNS APORTES DA PALEOPARASITOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES PALEOEPIDEMIOLÓGICAS

Um exemplo de como é possível interpretar dados escassos da paleoparasitologia é o achado de ovos de parasitos intestinais em alguns sítios arqueológicos nas Américas. Conforme visto nos capítulos 20 e 21, os achados levaram a novas contribuições sobre migrações pré-históricas e povoamento do continente. Esses achados foram interpretados por diversos autores com diferentes objetivos. Entre eles, destacam-se Sorenson e Johannessen (2009), que pesquisaram sobre o comércio entre os povos do Novo e do Velho Mundo, antes da descoberta da América, e também Menzies (2008), com seu trabalho sobre as viagens marítimas dos chineses ao novo continente, ainda antes dos europeus. Ambos usaram os dados da paleoparasitologia para reforçar suas teorias sobre contatos de populações asiáticas com as Américas antes da descoberta do continente pelos europeus.

Um ponto importante é que na maioria dos exames paleoparasitológicos, os achados de ovos de helmintos são, em geral, escassos. Essa escassez pode dever-se à ação de processos tafonômicos, como o efeito da dessecação ou mesmo à ação de fungos nematófagos. Podem ter ocorrido casos em que a carga parasitária era realmente baixa, por exemplo, em decorrência do uso de plantas com propriedades vermífugas por parte de grupos pré-históricos (Chaves & Reinhard, 2006). Outra possibilidade seria aumento ou diminuição na postura de ovos em função de estratégias evolutivas adotadas, ao longo do tempo, pelos próprios parasitos intestinais na relação parasito-hospedeiro. Fato é que o número de ovos encontrados em exames de coprólitos ou outros vestígios é, em geral, muito baixo. Portanto, existem fatores limitantes relativos ao cálculo da carga parasitária ou à formulação de hipóteses consistentes sobre a(s) doença(s) parasitária(s) no indivíduo. Talvez, em futuro próximo, o uso de técnicas como PCR (*Polymerase Chain Reaction*) em tempo real, que permite uma quantificação mais precisa do material genético do parasito mesmo na ausência dos ovos, possa fornecer uma aproximação do que seria a carga parasitária efetiva, e seu impacto sobre a saúde do hospedeiro.

Essas inferências podem ser mais precisas quando se combinam dados de documentos históricos com os obtidos da paleoparasitologia ou paleopatologia. Por exemplo, a descrição de epidemias e a evidência do parasito, ou de seu material genético em remanescentes orgânicos, reforçam estudos sobre aspectos da saúde de determinado grupo humano.

Trabalha-se, ainda, com a imprecisão da origem do coprólito. Ao encontrar diversos coprólitos em determinado sítio, o pesquisador se vê às voltas com dúvidas sobre se estes teriam sido eliminados por um ou vários indivíduos em determinado tempo, ou mesmo acerca da espécie do seu produtor, salvo quando a dieta do hospedeiro é conhecida em detalhe ou os achados se referem a ovos de parasitos espécie-específicos (Chame, 2003), como será discutido mais adiante. Essas imprecisões podem ser substancialmente minimizadas (ainda que não eliminadas) quando as amostras são trabalhadas de forma cautelosa e seguindo as melhores práticas de coleta, em que cuidados rigorosos na retirada de material de seu local de origem são observados cotidiana e permanentemente nas escavações. Com isso, torna-se mais provável determinar se o material genético pertenceu a um ou vários hospedeiros e afiançar a origem orgânica do material. Evita-se, assim, despender tempo e recursos com a coleta e análise de material impróprio.

Há parasitos, no entanto, que, a despeito de a quantidade de ovos encontrada em coprólitos ser pequena no que tange a amostras referentes à América pré-colombiana, são amplamente registrados ao redor do mundo, como é o caso dos parasitos intestinais *Ascaris* e *Trichuris*. Isso possibilitou formular uma perspectiva paleoepidemiológica abrangente e pode ajudar a contar a história evolutiva de *Ascaris* e *Trichuris*.

É notável a raridade de achados de *Ascaris lumbricoides* na América do Sul pré-colombiana, embora os recentes estudos moleculares apontem para um subdiagnóstico destes parasitos (Leles *et al.*, 2008). Mais intrigante ainda é que o maior número de ovos e achados é de *Trichuris trichiura*, e não de *Ascaris lumbricoides*, dado que o número de ovos eliminados pelas fêmeas destas espécies de nematoides é, em média, de vinte mil e duzentos mil ovos por dia, respectivamente. Supondo-se que o efeito tafonômico pudesse ser eliminado, visto que diferentes processos imperaram nos diversos ambientes e ainda assim esta diferença se manteve, seria possível pensar em uma mudança evolutiva desses parasitos no que se refere à estratégia de reprodução e manutenção da infecção no hospedeiro humano.

Muito se especula sobre medicamentos naturais e sintéticos serem mais eficazes contra *Ascaris* do que para *Trichuris* (Keiser & Utzinger, 2008). Sabe-se que, em relação a microparasitos, longos períodos de associação parasito-hospedeiro não necessariamente resultaram em associações benéficas ou estabilidade maior nesta relação, especialmente no que se refere à taxa de reprodução do parasito (Ewald, 1994). Porém, pouco se sabe em relação a macroparasitos, como se consideram esses dois helmintos. Tal dinâmica se mostra complexa e deriva da interrelação entre a capacidade

adaptativa das duas espécies, a patogenicidade do parasito, a interação do parasito com a imunologia do hospedeiro e o ciclo de vida do parasito no hospedeiro e fora dele, entre outros fatores (Ewald, 1994; Frank, 2002).

Uma das explicações possíveis para o fato de *Ascaris lumbricoides* ter ampliado a produção de ovos ao longo do tempo é que esse aumento tenha resultado do uso de plantas medicinais por grupos pré-históricos, por pressão seletiva. Como esse parasito é mais facilmente eliminado do tubo intestinal do que *Trichuris trichiura*, houve a tendência à estratégia evolutiva de aumentar a produção de ovos para assegurar sua transmissão, quando os humanos passaram a usar plantas com propriedades vermífugas, seja para fins alimentícios ou intencionalmente medicinais.

Fica a pergunta: poderá a paleoparasitologia estar indicando uma mudança estratégica na evolução de *Ascaris*, tendo este aumentado sua reprodutibilidade, em parte, em função da crescente pressão medicamentosa sobre sua trajetória evolutiva? Perguntas como essa poderão ser, em breve, respondidas pelos estudos em material genético diretamente recuperados do registro arqueológico, tal como discutido nos capítulos deste livro. Se ocorreram ou não mudanças nas sequências de genes ao longo do tempo, e se essas estão relacionadas a comportamentos do parasito, então será possível acompanhar processos evolutivos, tanto do parasito como de seu hospedeiro.

Porém, há outros aspectos no âmbito da paleoparasitologia que podem ser analisados com maior segurança. Por exemplo, o encontro de parasitos intestinais humanos originados por via filogenética, portanto herdados de ancestrais africanos, constitui prova irrefutável de que os hospedeiros os trouxeram de outras terras em suas migrações pré-históricas.

Como discutido no capítulo 8, os geo-helmintos necessitam de condições climáticas específicas para evoluírem no solo e se transmitirem de hospedeiro a hospedeiro. Com base na análise dessas condições restritivas, pode-se inferir, com boa margem de segurança, os caminhos seguidos por seus hospedeiros, se propícios ou não à manutenção da infecção ao longo do seu ciclo vital hospedeiro-ambiente-hospedeiro. Nesse caso, o importante não é o número de ovos, mas sim o diagnóstico acurado. O fato de se diagnosticar corretamente ovos de *Enterobius vermicularis*, por exemplo, implica que esse parasito, que tem origem seguramente em ancestrais africanos, seguiu as rotas de migrações pré-históricas de seus hospedeiros humanos e com eles chegou aos sítios que veio a ocupar.

Outro dado interessante é que o encontro de ovos, ainda que raros, de determinado parasito em vestígios orgânicos humanos ou de outros animais significa que esse parasito se transmitia nesse grupo de indivíduos. Daí pode-se inferir uma série de desdobramentos. Um dos primeiros autores a utilizar a biologia do parasito para reconstituir os cenários epidemiológicos vigentes no passado foi Cockburn (1967). Ele estudou a possibilidade de o vírus do sarampo ter infectado populações pré-históricas, especialmente os caçadores-coletores nômades, discutindo o número mínimo de indivíduos capaz de manter a circulação do vírus, sem extinguir a cadeia de transmissão. Essa virose, entre outras, só pode se manter em grupos populacionais com número superior a cerca de duzentas mil pessoas, que seria o número de indivíduos suficiente para conter a quantidade mínima de indivíduos suscetíveis e infectados capaz de manter a transmissão do parasito para novos hospedeiros. Há trabalhos clássicos sobre o tema no âmbito da geografia médica contemporânea, como o estudo de Cliff e seu grupo de pesquisa sobre a emergência e extinção de epidemias em ilhas (Cliff, Hagget & Smallman-Raynor, 2000).

Da mesma forma, a grande dispersão da maioria dos felinos nas selvas explicaria o porquê de não haver, entre eles, epidemias relevantes, mas apenas infecções determinadas por alguns parasitos, dotados de maior infectividade e maior resistência quando dos seus ciclos extrínsecos ao hospedeiro, isto é, maior capacidade de permanência em boas condições no meio ambiente por períodos prolongados (Anderson & May, 1992).

Seguindo raciocínio análogo, é possível reconstruir o cenário epidemiológico referente aos caçadores-coletores. Os grupos de caçadores-coletores nômades ou seminômades eram compostos de um pequeno número de pessoas, cerca

de 25 a trinta indivíduos circulando em territórios amplos, sem limites de fronteiras, ainda que os espaços fossem ocupados por bandos diferentes (Campbel, Loy & Cruz-Uribe, 2005). Em primeiro lugar, o número reduzido de pessoas restringiria grande parte das infecções parasitárias. Supondo-se que, em um bando de trinta indivíduos, todos fossem suscetíveis à infecção pelo vírus do sarampo e expostos a ele, em pouco tempo todos estariam infectados e, em curto espaço de tempo, estariam curados e imunes a nova infecção ou teriam morrido da doença. A circulação do vírus não mais se daria (Cockburn, 1967).

De forma distinta, outros parasitos não teriam dificuldade em se manter nesses pequenos grupos, mesmo que em cargas baixas de parasitismo. Por exemplo, a infecção por *Enterobius vermicularis*: este parasito desenvolveu modos diversos de transmissão de hospedeiro a hospedeiro, bastante eficazes no que diz respeito à adaptação. É capaz de se transmitir diretamente de um a outro hospedeiro, mas seus ovos permanecem infectantes no solo por alguns meses. Assim, mesmo que o bando de caçadores-coletores circulasse por amplos territórios, ao voltarem a acampar em sítios ocupados anteriormente os ovos no solo poderiam infectar novos indivíduos ou reinfectar os anteriormente infectados.

A infecção por *Enterobius vermicularis* foi estudada por Reinhard (1992), entre povos seminômades de caçadores-coletores/agricultores do deserto do Arizona, Estados Unidos. Ele explica a transmissão do parasito no interior das moradias feitas de barro, construídas nos abrigos dos paredões rochosos pelos Pueblos Ancestrais. Outros estudos nessa mesma linha de raciocínio (Hugot *et al.*, 1999) discutem diferentes vias de transmissão e carga parasitária, sugerindo que a via aérea, considerada uma inovação na transmissão a humanos, tenha sido favorecida pela mudança de comportamento de grupos caçadores-coletores para um estilo de vida mais sedentário, inicialmente associado à vida nas cavernas, onde a circulação de ar era restrita.

A tuberculose representa outra infecção parasitária que traz elementos interessantes para o estudo das doenças na América pré-colombiana. Tida como inexistente nos povos nativos das Américas, teria sido introduzida por europeus, ao descobrirem e colonizarem o Novo Mundo. Supunha-se que, no caso do Brasil, os padres jesuítas teriam tido um papel importante como transmissores do bacilo para os indígenas. Ao virem para cá catequizá-los, havia também o intuito de se aproveitarem do clima considerado saudável e propício à cura de suas doenças, como no caso do padre Anchieta. Com isso, os padres jesuítas foram tidos como responsáveis maiores pela introdução de *Mycobacterium tuberculosis* nas populações nativas americanas (Ruffino Neto, 1999).

A paleoparasitologia mostrou que a introdução da infecção por *Mycobacterium tuberculosis* apenas durante o período colonial não constitui uma hipótese plausível. Casos típicos de tuberculose óssea e recuperação de material genético do parasito foram descritos em vários sítios arqueológicos americanos, com datações muito anteriores à chegada de europeus. A tuberculose já existia na América pré-colombiana (Souza, Carvalho & Lessa, 2003). Havia, à época, enormes diferenças entre os diferentes povos que habitavam o continente (Heckenberger *et al.*, 2008). O contingente populacional variava muito nas diferentes regiões ocupadas.

Os grupos que habitaram a região dos Andes cresceram em número, em relação aos povos que viveram no interior das terras baixas sul-americanas. Mas havia diferenças substanciais entre essas populações. Por exemplo, no litoral brasileiro havia populações com um número considerável de indivíduos, maior do que duzentos mil, por exemplo (Gaspar *et al.*, 2008), capaz de manter diversos parasitos em circulação, como vírus, bactérias, protozoários, helmintos, entre outros.

O que de fato sucedeu é que, com a chegada dos europeus, houve enorme transformação no âmbito da organização de vida dessas populações e das suas interações com o meio natural e social. As reduções jesuíticas constituíram-se em uma dessas transformações. Essa forma de proteção aos povos indígenas levou à aglomeração de aldeias em territórios limitados, facilitando a circulação de parasitos. Mesmo que os padres não possam ser responsabilizados pela

introdução de infecções parasitárias, como a tuberculose no Novo Mundo, contribuíram, ainda que involuntariamente, para facilitar sua circulação.

Exemplo interessante é apresentado em dois capítulos deste livro, o quinto e o vigésimo. No capítulo 5, discute-se o povoamento da Patagônia e seu processo de colonização. Já no capítulo 20, aborda-se a transição decorrente de mudanças na alimentação dos grupos indígenas e os parasitos encontrados nos coprólitos deixados por eles. É notável a passagem de remanescentes alimentares indicativos de recursos silvestres, com a presença de parasitos de animais, estabelecendo-se ou não como infecção verdadeira no hospedeiro humano, e o surgimento, recrudescimento e acumulação de ovos de outros parasitos, como *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, após a chegada de europeus.

Por outro lado, esses primeiros colonizadores espanhóis e ingleses que começaram a visitar e estabelecer colônias ao sul da Patagônia também tentaram se adaptar ao ambiente, mas, no princípio, não foram bem-sucedidos. O registro paleoparasitológico mostra alguns dados que ajudam a entender melhor esses acontecimentos.

Outro processo de modificação ambiente, no âmbito da ecologia social das doenças infecciosas (Mayer & Pizer, 2007), foi talvez mais importante e contribuiu de forma considerável para a expansão da infecção entre os povos americanos nativos e colonizadores. Ao reproduzirem modelos urbanos europeus, com a construção de casas cuja arquitetura visava a proteger seus moradores dos supostos miasmas, os colonizadores as fizeram aglomeradas, com as características rótulas ou gelosias e alcova (quarto de dormir), localizada no centro da residência, sem iluminação, aeração e comunicação com o exterior, sem ou quase sem estruturas sanitárias (Cavalcanti, 2003).

As cidades coloniais brasileiras surgiram conglomeradas, e as pessoas circulavam em espaços restritos. Para lá também se dirigiam os indígenas, assim como aumentava continuamente o tráfico de escravos africanos, que viviam em condição servil e gozavam de pouca saúde (Sousa, 1998). A maioria foi absorvida em afazeres urbanos, contexto em que surge a figura do escravo doméstico. Estima-se que, no início do século XIX, em uma família comum, havia de sete a oito negros que com ela coabitavam e, com eles, novos parasitos, hábitos e costumes (Ruffino Neto & Pereira, 1981).

A sífilis também tem longa história nas Américas. Há uma ampla literatura sobre as origens das diferentes espécies de *Treponema*. Se a sífilis teve origem americana e daqui disseminou-se na Europa, a partir dos marinheiros de Colombo (hipótese colombiana), ou se já existia anteriormente no Velho Mundo sob formas clínicas diversas (hipótese pré-colombiana), é assunto ainda controverso.

A sífilis, de caráter epidêmico na Europa, inicialmente de forma muito virulenta, indiscutivelmente ocorreu no final do século XV. No entanto, quanto à sua origem, prevaleciam duas hipóteses conflitantes. A primeira admite que a sífilis já existia no Velho Mundo antes da viagem de Colombo às Américas, embora ausente nos grupos indígenas. Marinheiros infectados, ao chegarem ao Novo Mundo, teriam se encarregado de disseminá-la.

A segunda hipótese aponta para um fenômeno exatamente inverso: os indígenas é que teriam infectado os europeus, que, de volta à sua terra, teriam disseminado a sífilis, até então desconhecida na Europa. Os aportes que sustentavam esta segunda hipótese se referem à inexistência de restos corporais com lesões treponêmicas antes de 1493, o que contrastaria com a grande quantidade desses restos após essa data. Porém, recentemente, esqueletos com sinais de treponematose, alguns deles claramente sugestivos de lesões sifilíticas, foram descobertos no Velho Mundo com datação anterior ao século XV.

Retomando a hipótese colombiana, postula-se que a sífilis teria sido introduzida no Velho Mundo pela frota de Colombo após sua viagem às Américas, e lá teria encontrado condições culturais, sociais e biológicas adequadas à sua propagação, incluindo as aglomerações urbanas, grandes deslocamentos e contingentes populacionais, associados

principalmente a guerras, além de comportamentos sexuais em transformação, que propiciariam a constituição de uma população suscetível, em interação permanente (Celentano *et al.*, 2007). O que parece corroborar essa hipótese é o grande número de achados de indivíduos com lesões treponêmicas em material pré-histórico no Novo Mundo, ao contrário do Velho Mundo, e, adicionalmente, descrições de lesões compatíveis com doenças treponêmicas em nativos americanos pelos primeiros europeus que chegaram às Américas, até então tidas como inexistentes na Europa. Some-se a isso a súbita descrição de sintomas, contágio e curso da infecção por sífilis que emerge na literatura europeia após o século XV.

Levando-se em consideração essas duas hipóteses contrastantes na literatura mundial, essa é uma questão que permanece em aberto, e que o uso de outras ferramentas, como, mais recentemente, a biologia molecular, pode vir a esclarecer (Steinbock, 1976; Rothschild *et al.*, 2000; Sefton, 2001; Meyer *et al.*, 2002). Ensaios moleculares em material arqueológico ósseo com lesões de sífilis venérea têm sido implementados. No entanto, cabe manter uma postura crítica quanto aos resultados obtidos até o momento (Kolman *et al.*, 1999; Bouwman & Brown, 2005). Os primeiros estudos envolvendo uma abordagem filogenética na tentativa de esclarecer a origem da sífilis apontam para a hipótese colombiana (Harper *et al.*, 2008).

Uma das discussões mais interessantes sobre a origem das treponematoses foi feita pelo epidemiologista Robert Desowitz em seu livro *Who Gave Pinta to the Santa Maria?* (1998). Ele discute as várias manifestações clínicas da sífilis, ressaltando os aspectos de sua patogenicidade, virulência e letalidade na população europeia durante o período de 1493 a 1510, em contraste com sua presumível benignidade na população pré-colombiana.

Como discutido no capítulo 26, sobre a doença de Chagas na América pré-histórica, a infecção deve ter acometido humanos logo que estes ocuparam hábitats propícios ao vetor e animais que lhe serviram de reservatórios. Fora da região dos Andes, nos Estados Unidos e no Brasil foram descritos casos de megacólon em corpos mumificados com acúmulo de fezes considerável, constituindo tal agravo a causa provável de morte dos dois indivíduos (Reinhard, Fink & Skiles, 2003; Fernandes *et al.*, 2008). A infecção chagásica existia em grupos pré-históricos brasileiros há 7.000 anos (Lima *et al.*, 2008), grupos compostos por caçadores-coletores nômades, mas também entre caçadores-coletores agricultores, há 1.200 anos (Fernandes *et al.*, 2008). Ambos utilizavam as grutas do afloramento calcário do cerrado de Minas Gerais para se abrigar. Nestas, vivem espécies de triatomíneos silvestres transmissores de *Trypanosoma cruzi* e mamíferos reservatórios. As grutas e abrigos sob rocha, além de moradia temporária ou acampamento onde conviviam os indivíduos do bando, serviam de local para armazenamento de alimentos pelos grupos agricultores e para enterramento de mortos.

Entre os vestígios deixados por esses grupos, encontram-se cestas com restos de alimento, especialmente grãos, o que deveria atrair pequenos animais, como roedores, alguns deles bons reservatórios de *T. cruzi*. Portanto, as condições para transmissão de *T. cruzi* e o aparecimento de casos de doença de Chagas, agudos ou crônicos, existiam nos grupos pré-colombianos. Ora, que expressão, ou impacto, da doença poderia ter ocorrido nessas populações? Os casos crônicos têm exemplo interessante no achado norte-americano (Reinhard, Fink & Skiles, 2003). Tratava-se de uma pessoa morta aos 35-45 anos, que recebeu funeral elaborado, com acompanhamentos diversos. O mais destacado entre eles era a faixa de couro que envolvia o abdômen, mostrando que houve especial cuidado com aquele indivíduo.

O corpo tinha enorme quantidade de fezes acumuladas no intestino, e seus companheiros aparentemente tentaram aliviar seus sofrimentos ao cingi-lo com a faixa para conter a distensão. As análises indicam que morreu por rompimento do intestino e infecção generalizada (Reinhard, Fink & Skiles, 2003). Esse caso mostra que existia, à época, conhecimento para lidar com um problema crônico, em particular o megacólon chagásico, o que denota certa experiência com um problema de saúde que devia ser relativamente comum entre as pessoas daquela época.

Outras situações marcam a paleoparasitologia como caminho para elucidar problemas há muito discutidos. O caso da peste de Atenas, revisto por Diana Maul de Carvalho em sua tese de doutorado (Carvalho, 1996), mostra as diferentes perspectivas de diagnóstico possíveis para a época e reconstitui o contexto em que viviam as pessoas na Grécia antiga. Porém, mais recentemente, novos achados formulam um diagnóstico diferente para a epidemia, como a discussão sobre o achado de material genético de *Salmonella enterica* sorovar typhi e sua possível implicação na peste de Atenas (Papagrigorakis *et al.*, 2006).

Os trabalhos recentes de Bianucci e colaboradores (2007, 2008) apontam novos caminhos para a investigação da peste, por meio do teste rápido de detecção de antígeno F1 de *Yersinia pestis* no diagnóstico de peste em restos humanos antigos. As amostras por ora estudadas compreendem períodos de epidemia de peste na França, nos séculos XVI, XVII e XVIII. Não resta dúvida de que tais avanços abrem perspectivas interessantes de análise, capazes de elucidar questões referentes à evolução e possíveis modificações de patogenicidade do parasito, ao longo dos tempos históricos (Bianucci *et al.*, 2007, 2008). Esses aspectos são bem explorados nos capítulos 18 e 19 deste livro, que tratam da recuperação de material genético de remanescentes antigos, mas perpassam praticamente todos os demais capítulos, pois, como se ressalta desde o início, o fenômeno parasitismo pertence ao domínio da ecologia e, portanto, é eminentemente evolutivo.

NOTAS FINAIS

Apesar de todas as fragilidades que podem ser apontadas em relação à aplicação de métodos epidemiológicos aos estudos de infecções e doenças do passado, como discutido por Souza, Carvalho e Lessa (2003), os novos achados no âmbito da paleoepidemiologia se descortinam como possibilidades absolutamente inusitadas para a reconstituição de eventos antigos, datados de épocas das quais as técnicas atualmente disponíveis permitem recuperar material genético que subsidiem essas interpretações. Não há dúvida de que o passado poderá ser entendido por métodos confiáveis de diagnóstico em relação às infecções parasitárias, reconstituindo-se situações específicas relativas a cada grupo humano, habitantes dos diferentes ambientes que a espécie *Homo sapiens* se dispôs a colonizar.

Como a trajetória de parasitos e hospedeiros é indissociável, essa será uma nova história evolutiva de caminhos que remontam à própria origem da vida (Araújo *et al.*, 2003), tempos em que se plasmaram as relações intermoleculares que possibilitaram o aparecimento da vida no planeta.

Como invariavelmente ocorre nos diversos campos da ciência contemporânea, a epidemiologia moderna tem muito a aprender das lições da história da humanidade e da Terra. Principalmente com a paleoepidemiologia.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. M. & MAY, R. M. *Infectious Diseases of Humans: dynamics and Control*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

ARAÚJO, A. *et al.* Parasitism, the diversity of life, and paleoparasitology. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 5-11, 2003.

BIANUCCI, R. *et al*. Détection de l'antigène F1 de *Yersinia pestis* dans les restes humains anciens à l'aide d'un test de diagnostic rapide. *Comptes Rendus des Biologies*, 330: 747-754, 2007.

BIANUCCI, R. *et al*. Technical note: a rapid diagnostic test detects plague in ancient human remains: an example of the interactions between archeological and biological approaches (Southwestern France, 16^{th}-18^{th} Centuries). *American Journal of Physical Anthropology*, 136: 361-367, 2008.

BOUWMAN, A. S., & BROWN, T. A. The limits of biomolecular paleopathology: ancient DNA cannot be used to study veneral syphilis. *Journal of Archaeological Science*, 32: 703- 713, 2005.

CAMPBELL, B. G.; LOY, J. D.; CRUZ-URIBE, K. *Humankind Emerging*. Boston: Allyn & Bacon, 2005.

CARVALHO, D. M. *História e Epidemiologia, Possibilidades e Limites: o caso do escorbuto e da peste de Atenas*, 1996. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

CAVALCANTI, N. *O Rio de Janeiro Setecentista: a vida e a construção da cidade, da invasão francesa até a chegada da corte*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CELENTANO, D. D. *et al.* Changing sexual mores and disease transmission. *In*: MAYER, K.H. & PIZER, H. F. (Eds.). *The Social Ecology of Infectious Diseases*. Amsterdam: Elsevier, 2007.

CHAME, M. Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, Supl. 1: 71-94, 2003.

CHAVES, S. A. M. & REINHARD, K. J. Critical analysis of coprolite evidence of medicinal plant use, Piauí, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 110-118, 2006.

CLIFF, A.D.; HAGGETT, P. & SMALLMAN-RAYNOR, M. R. *Island Epidemic*. Oxford: Oxford University Press, 2000. (Oxford Geographical and Environmental Studies Series)

COCKBURN, A. *Infectious Diseases: their evolution and eradication*. Springfield: Thomas CC, 1967.

DESOWITZ, R.S. *Who Gave Pinta to the Santa Maria? Tracking the devastating spread of the lethal tropical diseases into America*. New York: Harvest Book, 1998.

DIAMOND, J. *Collapse*. New York: Penguin Books, 2005.

EWALD, P. *Evolution of Infectious Diseases*. Oxford: Oxford University Press, 1994.

FERNANDES, A. *et al.* Pre-Columbian Chagas disease in Brazil: *Trypanosoma cruzi* I in the archaeological remains of a human in Peruaçu Valley, Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 514-516, 2008.

FRANK, S. A. *Immunology and Evolution of Infectious Disease*. Pricenton: Princenton University Press, 2002.

HARPER, K. N. *et al.* On the origin of the treponematoses: a phylogenetic approach. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2(1): e148, 2008.

HECKENBERGER, M. J. *et al.* Pre-Columbian urbanism, anthropogenic landscapes, and the future of the Amazon. *Science*, 321: 1214-1217, 2008.

HUGOT, J. P. *et al.* Human enterobiasis in evolution: origin, specificity and transmission. *Parasite*, 6: 201-208, 1999.

KEISER, J. & UTZINGER, J. Efficacy of current drugs against soil-transmitted helminth infections: systematic review and meta-analysis. *Jama*, 299: 1.937-1.948, 2008.

KHOURI, M. J.; LITTLE, J. & BURKE, W. (Eds.). *Human Genome Epidemiology*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

KOLMAN, C. J. *et al.* Identification of *Treponema pallidum* subspecies *pallidum* in a 200-year-old skeletal specimen. *The Journal of Infectious Diseases*, 180: 2.060-2.063, 1999.

LAST, J. M. *A Dictionary of Epidemiology*. New York: Oxford University Press, 1995.

LELES, D. *et al.* Molecular paleoparasitological diagnosis of *Ascaris* sp. from coprolites: new scenery of ascariasis in pre-Colombian South American times. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103: 106-108, 2008.

LIMA, V. S. *et al.* Chagas disease in ancient hunter-gatherer population, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, 14:1.001-1.002, 2008.

MAYR, E. *What Makes Biology Unique?* Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MAYER, K. H. & PIZER, H. F. *Social Ecology of Infectious Diseases*. London: Academic Press, 2007.

MENZIES, G. *1421: the year China discovered America*. New York: Harper Perennial, 2008.

MEYER, C. *et al*. Syphilis 2001: a paleopathological reappraisal. *Homo*, 53: 39-58, 2002.

MORABIA, A. *A History of Epidemiologic Methods and Concepts*. Basel: Birkhäuser Verlag, 2004.

PAPAGRIGORAKIS, M. J. *et al.* DNA examination of ancient dental pulp incriminates typhoid fever as a probable cause of the Plague of Athens. *International Journal of Infectious Diseases*, 10: 206-214, 2006.

REINHARD, K. J. Parasitology as an interpretative tool in archaeology. *American Antiquity*, 57: 231-245, 1992.

REINHARD, K. J.; FINK, T. M. & SKILES, J. A case of megacolon in Rio Grande valley as a possible case of Chagas disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98 Supl. 1:165-72, 2003.

ROTHSCHILD, B. M. *et al.* First European exposure to syphilis: the Dominican Republic at the time of Colombian contact. *Clinical Infectious Diseases*, 31: 936-941, 2000.

RUFFINO NETO, A. Impacto da reforma do setor saúde sobre os serviços de tuberculose no Brasil. *Boletim de Pneumologia Sanitária*, 7: 7-18, 1999.

RUFFINO NETO, A. & PEREIRA, J. C. Mortalidade por tuberculose e condições de vida: o caso do Rio de Janeiro. *Saúde em Debate*, 12: 27-34, 1981.

SAGAN, C. *The Varieties of Scientific Experience*. New York: Penguin Books, 2006.

SEFTON, A. M. The great pox that was… syphilis. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 592-596, 2001.

SORENSON, J. L. & JOHANNESSEN, C.L. *World Trade and Biological Exchanges before 1492*. Bloomington: iUniverse 1663 Liberty Drive, 2009.

STEINBOCK, R. T. *Paleopathological Diagnosis and Identification*. Illinois: Charles C. Thomas, 1976.

SOUSA, J. P. (Org.). *Escravidão: ofícios e liberdade*. 1. ed. Rio de Janeiro: Arquivo Público do Estado do Rio de Janeiro, 1998. v. 1.

SOUZA, S. M.; CARVALHO, D. M. & LESSA, A. Paleoepidemiology: is there a case to answer? *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98, supl. 1: 21-27, 2003.

WILSON, E. O. *The Diversity of Life*. New York: WW Norton & Company, 1999.

Formato: 21 x 26 cm
Tipologia: Caxton Lt Bt e NewsGoth Cn BT
Papel: Print Max 90g/m² (miolo)
Cartão Supremo 250g/m² (capa)
CTP, impressão e acabamento: Imprinta Express Gráfica e Editora Ltda.
Rio de Janeiro, julho de 2018.

Não encontrando nossos títulos em livrarias, contactar a Editora Fiocruz:
Av. Brasil, 4036 – 1º andar – sala 112 – Manguinhos
21040-361 – Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (21) 3882-9039 e 3882-9041 – Telefax: (21) 3882-9006
e-mail: editora@fiocruz.br
http://www.fiocruz.br/editora